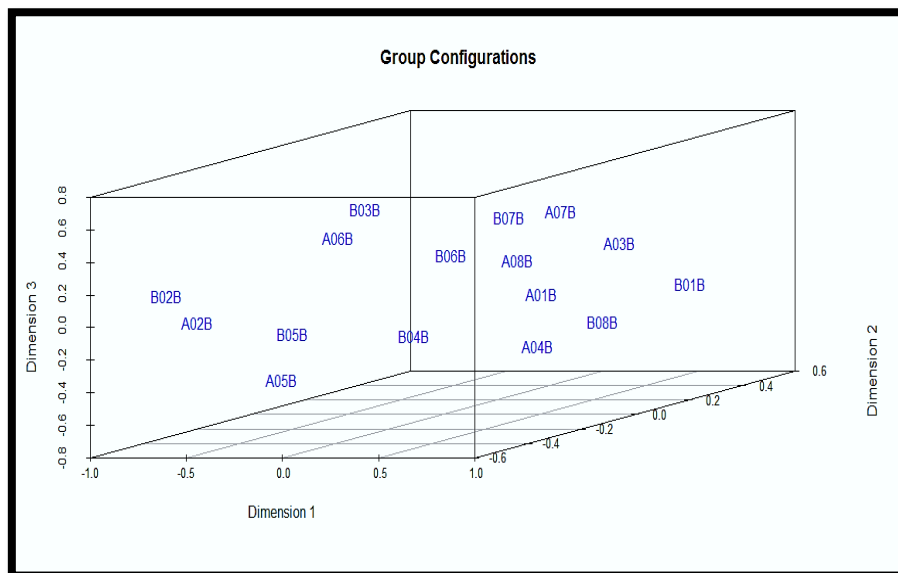


EINE STRUKTURIERUNG DER WAHRNEHMUNG DER PFLEGEBEDÜRFTIGEN DURCH DIE PROFESSIONELL PFLEGENDEN MIT HILFE DER MULTIDIMENSIONALEN SKALIERUNG



Masterthesis der Pflegewissenschaft (Master of Science) an der Pflegewissenschaftlichen
Fakultät der Philosophisch-Theologischen Hochschule Vallendar

vorgelegt von: **Johannes Michael Bergmann (Matrikelnummer: 122234788156)**

Erstgutachter: **Prof. Dr. Albert Brühl**

Zweitgutachterin: **Prof. Dr. Katarina Planer**

vorgelegt am **05. Januar 2015**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Hintergründe	6
2.1 Instrumentenentwicklung	6
2.2 PiSaar	10
2.3 Theorieentwicklung durch methodenbasierte Exploration.....	12
3. Zielsetzung der Untersuchung	13
4. Methodik	14
4.1 Multidimensionale Skalierung (MDS)	15
4.2 SMACOF	17
4.2.1 Grundlagen der Matrixalgebra	22
4.2.2 Basismethodologie zum SMACOF-Algorithmus.....	26
4.3 Non-metrische MDS in SMACOF– D-Hats	35
4.4 Konfigurationsanpassungen für Tie-Bewertungen.....	38
4.5 Individual Weights on fixed Dimensions.....	38
4.6 PBM Bewohnerdaten	42
4.7 Ethische Dimensionen der Untersuchung	45
4.8 Datenschutz	46
4.9 Projektdurchführung der empirischen Untersuchung.....	46
4.10 Stichprobe.....	48
4.11 Ablauf der Datenerhebung	52
5. Auswertung	53

5.1 Auswertung Merchweiler	54
5.2 Auswertung Riegelsberg	66
6. Diskussion	78
7. Fazit	80
8. Literaturverzeichnis	82
Anhang	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Heuristischer Rahmen der Instrumentenentwicklung (Brühl, 2012, S.15).....	7
Abbildung 2: Prinzip des Majorisierungsalgorithmus von De Leeuw.....	..
(Groenen, Borg, 2005, S.180)	18
Abbildung 3: Strukturierung durch themenbezogene Zugehörigkeit der PBM.....	43
Abbildung 4: PBM und Referenzdaten Merchweiler	50
Abbildung 5: PBM und Referenzdaten Riegelsberg.....	51
Abbildung 6: Modelloutcome R Merchweiler	54
Abbildung 7: Kruskals Stress 1.....	54
Abbildung 8: Shepard Diagramm Merchweiler.....	55
Abbildung 9: Erste Dimension Merchweiler	57
Abbildung 10: Zweite Dimension Merchweiler	59
Abbildung 11: Dritte Dimension Merchweiler	61
Abbildung 12: Individuelle Gewichtungen Merchweiler	63
Abbildung 13: Stress Decomposition Chart Merchweiler	65
Abbildung 14: Modelloutcome R Merchweiler	66
Abbildung 15: Shepard Diagramm Riegelsberg	67
Abbildung 16: Erste Dimension Riegelsberg	69
Abbildung 17: Zweite Dimension Riegelsberg.....	71
Abbildung 18: Dritte Dimension Riegelsberg	73
Abbildung 19: Individuelle Gewichtungen Riegelsberg.....	75
Abbildung 20: Stress Decomposition Chart Riegelsberg	77

1. Einleitung

In den Pflege- und Gesundheitswissenschaften werden standardisierte Messinstrumente zur Klassifikations-, Bedarfs- oder Risikoeinschätzungen verwendet. Bei solchen Messinstrumenten handelt es sich um unterstützende und handlungsweisende Frage-/Dokumentationsbögen, die entsprechende Themenbereiche wie beispielsweise ein bestimmtes Krankheitsrisiko oder einen spezifischen Behandlungsbedarf durch numerische Graduierungen der relevanten Inhalte ermitteln sollen. Die Ergebnisse sollen die Pflegenden unterstützen, um Risiken frühzeitig zu erkennen oder notwendige Bedürfnisse angemessen einzuschätzen.

Ein standardisiertes Instrument sollte verallgemeinerbare und messbare Kriterien beinhalten, anhand derer die Ausprägung oder Klassifikation von häufig nicht direkt zu beobachtenden pflegerelevanten Phänomenen (z. B. Risikoverhalten, individueller Pflegebedarf) für eine Person im Pflegeheim oder Krankenhaus erfasst und entsprechend eingeschätzt werden kann (vgl. Planer 2013, S. 7.). Die wissenschaftliche Entwicklung eines standardisierten Messinstruments umfasst die genaue Erarbeitung der inhaltlichen Struktur sowie der Bewertungsmöglichkeiten und der sich daraus ergebenden Gewichtungen für die zu Grunde liegenden Merkmale in den Dokumentationsfragen. Weiterhin müssen die Kombinationsmöglichkeiten der Dokumentationsfragen, die den Sinn der jeweiligen Aufgabenerfüllung (z.B. Risikoeinschätzung) des konstruierten Instruments widerspiegeln, über die daraus ermittelbaren Bewertungen schlüssige Gesamtergebnisse ermitteln. Das setzt eine exakte Anpassung zwischen dem Messmodell und der Aufgabenerfüllung, also die Differenzierungsfähigkeit des Dokumentationsinstruments voraus.

Der Fragebogen kann als „Konstruktion“ verstanden werden und die verschiedenen Merkmale und Bewertungsmöglichkeiten der einzelnen Testfragen bilden eine „latente Struktur“, die die Differenzierungsfähigkeit innerhalb der Gesamtkonstruktion festlegen. Eine methodenbasierte empirische Instrumentenentwicklung für ein pflegewissenschaftliches Phänomen in Form einer „latenten Konstruktion“ ist sehr zeitaufwendig und arbeitsintensiv, weshalb die meisten Assessment-/Messinstrumente in der Pflegewissenschaft aus politischen und inhaltlich-induktiven Entwicklungsvorhaben entstanden und nicht über einen empirisch-testenden Entwicklungsprozess konstruiert wurden (vgl. Brühl 2012, S. 13).

Planer beschreibt in Anlehnung an Ziegler zwei bedeutsame Themenbereiche für die Entwicklung von standardisierten Instrumenten:

1. Jedem standardisierten Instrument der Pflege liegt ein (impliziter) Theorie-Entwicklungsprozess zugrunde.
2. Die Entwicklung eines validen standardisierten Instruments kann nur unter Berücksichtigung mess- und testtheoretischer Grundsätze erfolgen. (Planer 2013, S. 8)

In dieser Arbeit geht es um den empirischen Theorieentwicklungsprozess der Pflegebedürftigkeit in einem mehrdimensionalen latenten Konstrukt. In **Kapitel 2** werden dazu die Hintergründe der Instrumentenentwicklung erörtert, um den inhaltlichen theoretischen Entwicklungsprozess im heuristischen Rahmen der Entwicklungsschritte einzuordnen. In weiteren Unterkapiteln wird das PBM-Modell der PiSaar-Studie und die theoretischen Grundlagen einer empirischen-methodischen Theorieexploration, die Gegenstand dieser Arbeit sind, vorgestellt. Das PBM-Modell enthält bewohnerbezogene Pflegebedürftigkeitsmerkmale, die zusätzlich als Interpretationshilfen für die explorativen Bewohnerabbildungen der Multidimensionalen Skalierung (MDS) in dieser Untersuchung erhoben wurden. Im Rahmen der empirisch-methodischen Theorieexploration werden anschließend die theoretischen Überlegungen beschrieben, die der Anwendung einer Multidimensionalen Skalierung für die Pflegebedürftigkeit vorausgehen.

Im **Kapitel 3** werden die Untersuchungsziele der Arbeit definiert. Im Anschluss folgt in **Kapitel 4** eine ausführliche Beschreibung der MDS als Anwendungsmethode, die die bisherigen wissenschaftlichen Anwendungsgebiete beschreibt. Daran anknüpfend folgt eine detaillierte Darstellung der methodischen Vorgehensweise, die den verwendeten Skalierungsalgorithmus „SMACOF“ schrittweise vorstellt. Nach der Methodik wird die Durchführung der empirischen Untersuchung für diese Arbeit dargestellt. Das umfasst die Stichproben der beruflich qualifizierten Pflegenden und die Pflegeheimbewohner, die durch die Einschätzungen der Pflegenden ihrer Pflegebedürftigkeit entsprechend multidimensional skaliert wurden.

Im **Kapitel 5** wird die Auswertung anhand der räumlichen Bewohnerskalierung nachvollziehbar dargestellt. Die Abbildungen repräsentieren den Pflegebedürftigkeits-Wahrnehmungsraum der fachlich Pflegenden, in dem die Bewohner gemäß dem Verhältnis ihrer Pflegebedürftigkeit zueinander abgebildet sind. Die Interpretationen für die Auswertungen der 3D- Raumdarstellung erfolgt zum einen über die PBM (individuelle

Bewohnermerkmale) und zum anderen durch die qualitativen Rückmeldungen zu den MDS-Ergebnissen durch die fachlich Pflegenden. In **Kapitel 6** werden Überlegungen und Ursachen für die Auswertungen zur Diskussion gestellt und abschließend in **Kapitel 7** ein kurzes Fazit zu den Ergebnissen der Untersuchung gegeben sowie vertiefende Optionen für weitere wissenschaftliche Forschungsvorhaben vorgeschlagen.

2. Hintergründe

In dieser empirischen Untersuchung geht es darum, die Thematik der Pflegebedürftigkeit in eine räumliche Konstruktion einzuordnen. Das ist ein notwendiger Strukturierungsschritt für eine inhaltsbezogene Theorie, die als Grundlage für eine messtheoretisch fundierte Instrumentenentwicklung fungiert. In dem folgenden **Unterkapitel 2.1** wird der Modellrahmen für die Entwicklung eines Mess-/Assessmentinstruments vorgestellt. Daran wird die Bedeutung einer Pflegebedürftigkeitstheorie für die inhaltliche Strukturierung im gesamten Entwicklungsprozess eines Messinstruments ersichtlich. Im weiteren **Unterkapitel 2.2** wird die PiSaar-Studie vorgestellt, für die ein bewohnerbezogenes Merkmalsmodell (PBM) berechnet wurde, das die Pflegezeitaufwendungen erklären kann. Diese Bewohnermerkmale wurden für die Interpretation der MDS in dieser Untersuchung zusätzlich erhoben, sodass die räumliche, dimensionale Interpretation der Pflegenden mit den Bedeutungen der Bewohnermerkmale verglichen werden konnte. Im Anschluss werden im **Unterkapitel 2.3** die Hintergründe und die theoretischen Grundlagen für eine methodische Exploration zur Theorieentwicklung beschrieben. Daraus leiten sich die Untersuchungsziele ab, die im folgenden **Kapitel 3** zusammengefasst vorgestellt werden.

2.1 Instrumentenentwicklung

Wissenschaftliche Erhebungsinstrumente bilden im Optimalfall eine messtheoretisch operationalisierte Abbildung ihrer zu Grunde liegenden Bezugstheorie ab. Solche sozialwissenschaftlichen Bezugstheorien werden durch sogenannte „latente Konstrukte“ in einem Erhebungsinstrument abgebildet. Darunter sind all jene sozialen, psychischen oder gesellschaftlichen Phänomene zu verstehen, deren Erscheinungen und Auswirkungen nicht

durch eine direkte Beobachtung eindeutig zu erfassen sind. Das trifft insbesondere auf komplexe Phänomene zu, wie beispielsweise die Pflegebedürftigkeit, Lebenszufriedenheit, Resilienz-Verhalten, Persönlichkeit, usw. (vgl. Brühl, 2012, S. 14). Deren Sinnzusammenhänge sind nur durch Kombinationen und Wechselwirkungen von mehreren Merkmalen zu beschreiben und können nicht ohne entsprechende Transformationen eindimensional über einen Index abgebildet werden. Die Aufgabe der wissenschaftlichen Instrumentenentwicklung besteht darin, die wechselseitigen Abhängigkeiten dieser Strukturen in eine Konstruktion aus messbaren Variablen zu überführen. Eine wesentliche Voraussetzung für die Güte einer solchen inhaltsbezogenen Transformation ist eine fundierte Theorie. Die Theorie bildet die Grundlage für die Inhalte und Bezüge, die sich in den latenten Strukturen von einem Mess- und Assessmentinstrument konstruieren und abbilden lassen. Brühl stellt für den Entwicklungsprozess eines Messinstruments vier wesentliche Aspekte in Beziehung zueinander, die diesen Ablauf strukturieren:

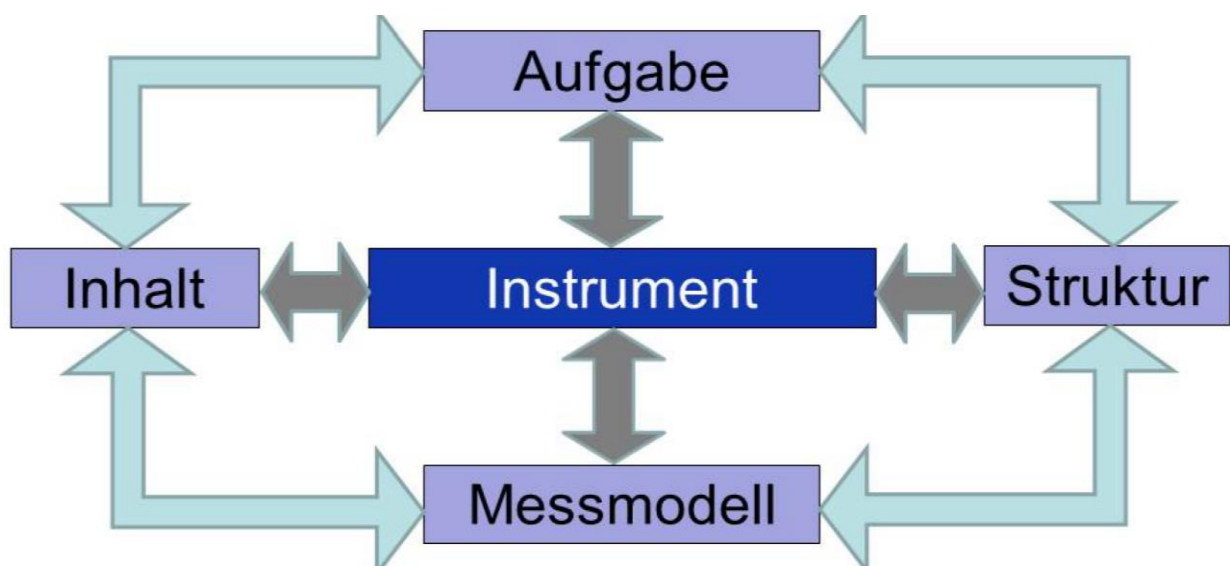


Abbildung 1: Heuristischer Rahmen der Instrumentenentwicklung (Brühl, 2012, S.15)

Aufgabe:

Die Aufgabe eines Messinstruments ist durch die Beantwortung der folgenden Fragen festzulegen: Ist die Aufgabe eindeutig und ausführlich definiert? Kann diese Aufgabe durch ein Messinstrument erfüllt werden?

Die Zielsetzung für die Aufgabenerfüllung bestimmt sich das Messmodell. Zwei grundlegende Ansätze sind dabei zu unterscheiden: Ein Messmodell kann klassifizieren oder

quantifizieren. Die Klassifizierung dient dazu, Unterschiede abzubilden, die sich durch Eigenschaften, Beschaffenheit oder Besonderheiten qualitativ zueinander abgrenzen, wie beispielsweise bei verschiedenen Klassifizierungen von Persönlichkeitsprofilen.

Das Quantifizieren bezieht sich auf die Ausprägung beziehungsweise den Schweregrad eines Phänomens, das sich nach einem geeigneten relationalen Verhältnis zur Maximalausprägung differenzieren lässt. Ein einfaches Beispiel dazu wäre ein Summenmodell, das durch den additiven Zusammenhang von mehreren Merkmalen oder Merkmalsausprägungen einen Schweregrad bestimmt. Am Beispiel der Pflegebedürftigkeit könnten das mehrere Merkmale aus verschiedenen Subkategorien (Kognition, Mobilität, Motorik usw.) sein, die sich sinnvoll addieren lassen. Der Summenwert würde den Schweregrad der Pflegebedürftigkeit nach Pflegeaufwand unterscheiden (vgl. Brühl, 2012, S. 16).

Inhalt:

Der Inhalt umfasst die Kriterien, die im Instrument berücksichtigt werden müssen, um eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen. Der Erklärungsansatz für diese Kriterien ist im Optimalfall durch eine fundierte Theorie zu begründen. Für eine inhaltliche Konstruktion der Pflegebedürftigkeit ist höchstwahrscheinlich eine mehrdimensionale Subkonstruktion (z. B. Kognition, Mobilität, Motorik) notwendig, um die verschiedenen Bedarfsgrade zu unterscheiden (vgl. Brühl, 2012, S. 16).

Dass sich Pflegebedürftigkeit als komplexes „biopsychosoziales“ Phänomen auf alle Lebensbereiche eines Menschen auswirken kann und zudem den zeitlichen Bedarfsveränderungen eines natürlichen Alterungsprozesses oder chronischen Krankheitsverlaufs unterliegt, verdeutlicht die Notwendigkeit einer theoretischen Strukturierung der Inhalte. Eine erste Aufgabe, die sich für die inhaltlichen Definitionen einer theoretischen Konstruktion stellt, umfasst die darin abzubildenden Dimensionen.

Die Dimensionen bilden einen „groben“ Bezugsrahmen für die weitere methodische Ausdifferenzierung, sozusagen den Raum für die Feinstrukturierung der dimensionsbezogenen Inhalte. Diesen Bezugs- oder Theorierahmen kann man sich als Konstruktionsraum vorstellen, in dem die Pflegebedürftigkeit als sinnbildliche Konstruktion über mehrere Dimensionen abgebildet wird. Die inhaltlichen Bausteine dieser Konstruktion müssen über ihre dimensional Beziehungen ableitbar sein, um sich in weiteren Schritten zu operationalisierbaren Items definieren zu lassen.

Messmodell:

Messmodelle und die zugehörigen probabilistischen Methoden umfassen eine komplexe Thematik, die für das Verständnis der vorliegenden Arbeit von nachrangiger Bedeutung ist. Aus diesem Grund folgt an dieser Stelle nur eine abstrakte Umschreibung, um die Thematik in den gesamten Kontext der Instrumentenentwicklung einordnen zu können.

Das Ziel für die Übertragung einer theoretisch fundierten Darstellung der Pflegebedürftigkeit in ein Messmodell besteht in der Quantifizierung dieses Konstrukts, um Aussagen über den notwendigen Pflegebedarf treffen zu können. Um eine korrekte Quantifizierung durch einen validen Wert zu gewährleisten, der eine Graduierung ermöglicht, gelten strenge Bedingungen. Ein solcher Wert reduziert das komplexe Konstrukt abschließend auf eine abstrakte Dimension der „Selbstständigkeit“ beziehungsweise auf eine Dimension der „Unselbstständigkeit“. Eine solche Messung für einen sogenannten Indexwert bedingt die Überprüfung der ausgewählten Merkmale oder Kriterien nach Eignung, Relevanz und Trennschärfe ihrer Eigenschaftsausprägung in den Items auf verschiedenen Schwierigkeitsniveaus (vgl. Brühl, 2012, S.17).

Struktur:

Damit ein latentes Konstrukt als Erhebungsinstrument messbar wird, müssen die Inhalte entsprechend ihrer Verhältnisse und Beziehungen zueinander in eine abbildbare Struktur gebracht werden. Das beinhaltet Fragen nach den Dimensionen des Konstrukts und den Zusammenhängen der Inhalte zwischen den Dimensionen. Beispielsweise müsste für die Annahme, dass sich Pflegebedürftigkeit in die Dimensionen Kognition, Mobilität und Motorik unterteilt, geprüft werden, welche Einflüsse zwischen den jeweiligen Dimensionen bestehen. Die Anpassungen des Struktur- und Messmodell erfolgen an die operationalisierte Aufgabe des Erhebungsinstruments und können empirisch durch statistische Verfahren überprüft und weiterentwickelt werden. Ferner ermöglicht dieser Methodeneinsatz zur Validierung des Struktur- und Messmodells einen Erkenntnisgewinn für die Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen (vgl. Brühl, 2012, S.18).

2.2 PiSaar

Die PiSaar Studie ist eine empirische Untersuchung für die Entwicklung eines Personalbemessungsinstruments in der Langzeitpflege. Die Ausgangslage ist geprägt durch den tagesformabhängigen Pflegebedarf der Bewohner und den begrenzt aussagefähigen Pflegebedürftigkeitsbegriff sowie den Unterschieden in der Einstufungspraxis nach SGB XI. Daraus resultieren schwierige Bedingungen für die Personalbemessung in der Langzeitpflege, weil empirische Untersuchungen der gegenwärtigen Praxis zur Erklärung der Leistungszeiten sich auf Informationen beziehen, die eine Verteilung der Zeitressourcen innerhalb der bestehenden Rahmenbedingungen abbilden. Folglich wird nur der Ist-Zustand abgebildet.

Die Verteilung von Arbeitszeiten als Maßstab für die erbrachten Pflegeleistungen ist im Wesentlichen von zwei Ebenen der Versorgung in Langzeitpflegeeinrichtungen abhängig. Zum einen von der Relevanz der Interaktionsnotwendigkeit bei der Pflegebedürftigkeit der Bewohner und zum anderen von der Verteilung der Arbeitszeit in der Pflege als Managementaufgabe der gegebenen Personal- und Materialressourcen. Die Personalbemessung erfolgt derzeit über die Vereinbarung von Personal-Anhaltszahlen in der Rahmenvereinbarung von § 75 SGB XI, die einen Zusammenhang zwischen den pflegestufenabhängigen Erlösen und den Gesamtleistungszeiten vorsieht. Die Gesamtleistungszeit setzt sich zusammen aus der Leistungszeit für pflegerische Leistungen und aus der Zeit für sozialpflegerische Leistungen (vgl. Brühl, 2013, S. 15).

Die PiSaar Studie hatte das Ziel, diese Zeitverteilung als Produkt von bewohnerabhängigen und organisationsabhängigen Merkmalen zu erklären. Methodisch wurde die Zeitbemessung als abhängige Variable, also als zu erklärende Variable festgelegt. Zur Zeiterklärung wurden zustandsbezogene Assessmentdaten der Bewohner als unabhängige Prädiktor-Variablen erhoben. Das entstandene Regressionsproblem wurde mit non-parametrischen Regressionsverfahren des maschinellen Lernens (Regressionsbäumen, *Multivariate Adaptive Regression Splines*) bearbeitet. Darüber hinaus wurden Mehr-Ebenen-Analysen durchgeführt, die Unterscheidungen zwischen Bewohnermerkmalen und Organisationsmerkmalen über unterschiedliche Ebenen ermöglichen. Das bedeutet, dass Bewohner nicht nur als Individuen in der stationären Langzeitpflege berücksichtigt wurden, sondern hierarchisch über die Ebene der Organisationvariablen mit ihren zugehörigen Wohnbereichen und Einrichtungen betrachtet wurden (vgl. Brühl, 2013, S. 60).

Insgesamt wurden für 2170 Bewohner aus 61 Einrichtungen in 75 Wohnbereichen der Saarländischen Pflegegesellschaft e.V. Gesamtpflege und Betreuungszeiten über 48 Stunden erhoben. In der Auswertung wurden 2028 Datensätze der 2170 Bewohner berücksichtigt, die im Erhebungszeitraum durchgängig anwesend waren (vgl. Brühl, 2013, S. 30).

Die Ergebnisse zeigen, dass sich Pflegeleistungszeiten, die beim Bewohner ankommen, genauso stark durch die Organisationsmerkmale unterscheiden wie durch die Pflegestufen der Bewohner. Die Ergebnisse zu den Wechselwirkungen aus bewohnerbezogenen und organisationsbezogenen Merkmalen der Bewohner werden von Brühl wie folgt beschrieben:

- Pflegebedürftigkeit ist ein teilweise vom sozialen Setting/System abhängiges Konstrukt.
- Pflegeleistungszeit lässt sich nicht nur durch die Pflegebedürftigkeit des Bewohners erklären, sondern auch durch die Organisationsmerkmale.
- Pflegequalität kann als Fähigkeit der Einrichtungen operationalisiert werden, die unterschiedliche Ausprägungen von Pflegebedürftigkeit in Leistungen übertragen kann.
- Empirische Erhebungen innerhalb eines normativen Rahmens entdecken gegebene Ausstattungs- und Verteilungsregeln – können aber nicht den Personal- oder Pflegebedarf unter gewünschten/fiktiven Bedingungen berechnen. (vgl. Brühl, 2013, S.84)

Im Rahmen der PiSaar Studie wurde ein Modell berechnet, das den Zusammenhang zwischen Pflegeleistungszeit, Bewohnermerkmalen und Organisationsmerkmalen ignoriert. Dieses Modell berücksichtigt ausschließlich den Zusammenhang zwischen den Bewohnermerkmalen und den Pflegeleistungszeiten. Dabei wurden 57 Bewohnermerkmale für die Erklärung der Pflegeleistungszeit als signifikant eingestuft. Die Bewohnermerkmale wurden in der vorliegenden Untersuchung als Referenzmerkmale zur Pflegebedürftigkeit in den Bewohnerstichproben mit den systematischen Pflegebedürftigkeitseinschätzungen in der MDS von fachlichen Pflegenden verglichen. Eine ausführliche Erklärung zu den PBM Bewohnermerkmalen wird in **Unterkapitel 4.7** beschrieben.

2.3 Theorieentwicklung durch methodenbasierte Exploration

Bislang sind die Dimensionen und die Relationen der Subkonstrukte im Konstrukt der Pflegebedürftigkeit unzureichend definiert. Deshalb sind die Zusammenhänge und Verhältnisse der möglichen Dimensionen und der zugehörigen Elemente bislang nur spekulativ und wurden bisher unzureichend untersucht. Bevor eine detaillierte und spezifische Überprüfung der Strukturen des Konstruktes Pflegebedürftigkeit durchgeführt werden kann, müssen zunächst die Dimensionen explizit definiert sein. Im Interesse der vorliegenden Untersuchung wurde ein explorativer methodischer Ansatz gewählt, um Erkenntnisse über die Dimensionierung des latenten Konstrukts der Pflegebedürftigkeit zu gewinnen. Exploration spielt generell eine wichtige Rolle für die Bildung von wissenschaftlichen Theorien in der Grundlagenforschung und kann in den Prozess der Instrumentenentwicklung eingebunden werden. Diese Forderung nach einer reflektierten Exploration setzt voraus, dass Theoriebildung einer Systematisierung fähig ist (vgl. Bortz, 2006, S. 371, 354).

Eine Möglichkeit dazu bietet die empirisch-quantitative Exploration durch die besondere Darstellung und Aufbereitung von quantitativen Daten, unberücksichtigte bzw. unentdeckte Muster und Regelhäufigkeiten in Messwerten sichtbar zu machen (vgl. Bortz, 2006, S. 385). Die empirische-quantitative Exploration kann methodisch auf eine heuristische Strategie angewandt werden.

Eine Heuristik bezeichnet eine Such- oder Findestrategie beziehungsweise eine „Daumenregel“ aus alltagstheoretischen Überlegungen, die eine grobe thematische Orientierungsrichtung vorgeben. Die Funktion von Heuristiken liegt insbesondere darin, neue Denk- und Handlungsoptionen zu eröffnen. Eine methodenbasierte heuristische Exploration, kann durch die bewusste Suche nach Diskrepanzen, Ähnlichkeiten oder Differenzen über die alltagstheoretischen Einschätzungen erfolgen und das Ziel verfolgen, diese Strukturen anschließend interpretativ auf die Merkmale des Untersuchungsgegenstandes zurückzuführen. Eine solche methodische Verfahrensweise beschreibt Gigerenzer wie folgt:

„In this context, the tools-to-theories heuristic consists in the discovery of new theories by changing the conception of the mind through the analogy of the statistical tool. The result can vary in depth from opening new general perspectives, albeit mainly metaphorical, to sharp discontinuity in specific cognitive theories caused by the direct transfer of scientists' tools into theories of mind” (Gigerenzer, 1991, S. 255).

Demnach ist es möglich, dass Methoden direkt zu Hypothesen führen, und zwar auf dem Wege der Bildung von Analogien. Eine Analogie wird gebildet, indem man einem Untersuchungsgegenstand zum Beispiel einem Pflegebedürftigen einen anderen Pflegebedürftigen gegenüberstellt, zudem strukturelle oder funktionale Ähnlichkeiten bestehen, zuordnet. Das bedeutet, dass eine Analogie als Beschreibung eines Gegenstandes mit den Merkmalen eines funktional oder strukturell ähnlichen Gegenstandes abgebildet werden kann (vgl. Bortz, 2006, S. 383).

Zu den multivariaten statistischen Verfahren, die tendenziell induktiv vorgehen und die Konstruktion von solchen Analogien ermöglichen, indem sie Gliederungsvorschläge machen, aus denen der Forscher nach Maßgabe von Plausibilität und theoretischer Interpretierbarkeit geeignete Varianten auswählen kann, gehören datenreduzierende Verfahren. Die Art der Systematik ist nicht durch Hypothesen vorgegeben, sondern entsteht erst im Wechselspiel der Daten zueinander und den Interpretationen des Forschers. Das bietet Freiräume für subjektive Deutungen. Zu den gebräuchlichen Verfahren der Datenreduktion zählt die Multidimensionale Skalierung (vgl. Bortz, 2006, S. 376).

Die Interpretationen können anschaulich über grafische/räumliche Darstellungen der Daten vorgenommen werden. Interessieren die Zusammenhänge zwischen mehreren Merkmalen, werden alle Untersuchungsobjekte über strukturelle oder funktionale Ähnlichkeiten in Beziehung zueinander gesetzt, die grafisch in einem Koordinatensystem als „Punktewolke“ (Scatter-Plot) dargestellt werden können, indem man die Ausprägungen des einen Merkmals gegen die Ausprägungen der anderen Merkmale „plottet“. Die entstehende Punktewolke charakterisiert die Zusammenhänge zwischen den Merkmalen.

Überträgt man die Überlegungen der vorangegangenen Ausführungen auf den Untersuchungsgegenstand der Pflegebedürftigkeit, dann kann die Pflegebedürftigkeit explorativ durch die Gegenüberstellungen (Ähnlichkeitsvergleiche) von unterschiedlichen Pflegebedürftigen (Merkmalsträger) untersucht werden.

3. Zielsetzung der Untersuchung

Die Zielsetzung ist es, aus den strukturellen Zusammenhängen zwischen den statistischen Beurteilungsunterschieden von Pflegebedürftigen aus der grafischen Abbildung einer

Multidimensionalen Skalierung inhaltliche Definitionen für das Konstrukt der Pflegebedürftigkeit zu finden. Im Erkenntnisinteresse stehen die Einschätzungen der Pflegebedürftigkeit durch die beruflich qualifizierten Pflegenden. Zusammengefasst lassen sich drei Ziele der Untersuchung formulieren:

1. Theoretische Konkretisierung der Dimensionen des Konstrukts der Pflegebedürftigkeit.
2. Existieren theoretische Kriterien als einheitliche Bewertungsgrundlage der Pflegebedürftigkeit, die von den fachlich Pflegenden gleich wahrgenommen werden?
3. Wird durch die PBM eine inhaltliche Strukturierung der Pflegebedürftigkeit in dem subjektiven MDS-Wahrnehmungsraum von fachlich Pflegenden möglich?

4. Methodik

In diesem Kapitel werden die methodischen Grundlagen zu der Berechnung der MDS und ihre Anwendungsbereiche detailliert beschrieben. Es existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen MDS-Varianten. Deshalb sind die Anwendungsschritte der IndDiff (Individual Difference Scaling) Verfahrensweise über das SMACOF (Scaling by **MA**jorizing a **C**omplicated **F**unction) Package im Statistikprogramm *R*, die zu dieser Untersuchung durchgeführt wurden, ausführlich beschrieben.

Im Anschluss an die Methodenbeschreibung folgt im **Unterkapitel 4.6** eine strukturierte und inhaltliche Beschreibung der PBM-Daten aus der PiSaar-Studie. Diese Merkmale wurden für die Ergebnisauswertungen im **Kapitel 5** als Bewohnerreferenzen verwendet und im Verhältnis zueinander über die Differenzen der räumlichen MDS-Darstellungen der verschiedenen Bewohner interpretiert und verglichen.

Anschließend beziehen sich die **Unterkapitel 4.8 bis 4.9** auf die berücksichtigten ethischen Dimensionen, deren Berücksichtigung als eine wichtige Grundvoraussetzung für jegliche Art von Humanforschung ist. Abschließend folgen in den **Unterkapiteln 4.10 und 4.11** die Stichprobenbeschreibung der pflegebedürftigen Bewohner sowie der empirische Ablauf für die Datenerhebung.

4.1 Multidimensionale Skalierung (MDS)

Die Multidimensionale Skalierung ist ein vielseitiges Methodenset, das unterschiedliche Variationsmöglichkeiten für die Anwendung bietet. Diese methodische Anpassungsfähigkeit hat dazu geführt, dass die MDS für Gegenstandsbereiche in verschiedenen Disziplinen eingesetzt wurde. Im Wesentlichen handelt es sich um eine Methode zur visuellen Darstellung von Objekt- oder Personendaten. Diese Objekte werden, entsprechend ihrer Bezüge zueinander, in einem Modell konfiguriert. Die Modelle werden auf einem möglichst niedrigdimensionalen Raum abgebildet. Das sind typischerweise zwei- oder dreidimensionale Räume (de Leeuw, Mair, 2009, S. 1).

Die Objekte oder Personen werden durch ein entsprechendes Homogenitätsmaß, das ein Verhältnis ihrer Ähnlichkeit/Unähnlichkeit zueinander beschreibt, abgebildet. Anschließend werden diese Ähnlichkeits-/Unähnlichkeitsdaten zu räumlichen Distanzen transformiert und in einer Gesamtkonfiguration dargestellt. Je größer die Ähnlichkeit zueinander, desto geringer ist die Distanz zwischen den Objekten. Im umgekehrten Sinne steht eine große Unähnlichkeit zwischen den Objekten für große räumliche Distanzen. Die Objekte oder Personen werden als Punkte in einem mehrdimensionalen Raum, einem sogenannten Scatterplot, angeordnet. Die Objektverteilung gestaltet die Raumausprägung und bildet die zu Grunde liegenden Sinnstrukturen, die sich aus allen Zusammenhängen der Homogenitätsbemessungen von Ähnlichkeiten/Unähnlichkeiten zwischen den Objekten ergeben, in den jeweiligen Raumdimensionen ab. Dadurch wird die Objektanordnung über die Differenzierung in den Raumdimensionen interpretationsfähig. Die MDS bietet dem Analysten einen verständlichen Einblick in multivariate Objektbeziehungen, deren komplexe Strukturen durch die räumlichen Abbildungen anschaulicher und nachvollziehbar werden.

Die methodische Variationsvielfalt der MDS begründet sich in der Vielfalt von symmetrischen und asymmetrischen Homogenitätsmaßen und den verschiedenen Metriken für die Konfiguration der räumlichen Abbildung. Dadurch ist die MDS sowohl für dichotome und ordinale Datenniveaus als auch für metrische Daten anwendbar.

Die Anwendungen beziehen sich sowohl auf naturwissenschaftliche Darstellungen, wie beispielsweise in der Biologie und Geografie, als auch auf sozialwissenschaftliche Untersuchungen, wie Marketing, Sozialforschung und Psychologie. Im naturwissenschaftlichen Bereich sind oft Konfigurationen von geografischen und nautischen Karten zu finden. In der Biologie werden beispielsweise Topologien der Artenvielfalt nach

botanischen und tierischen Vorkommen entsprechend ihrer regionalen Populationsvorkommen erstellt (vgl. Oksanen, 2013, S. 1).

Im den geisteswissenschaftlichen Fachbereichen beziehen sich die Modelle der MDS häufig auf Einschätzungs- und Wahrnehmungsdifferenzen von Probanden. Rosenberg et al. untersuchten zum Beispiel die Wahrnehmungsdifferenzen von sechzig Persönlichkeitseigenschaften. Die Abbildung seiner zweidimensionalen MDS veranschaulicht die konnotative Wahrnehmung der Wortzusammenhänge zwischen den Begriffen „ehrlich“, „tolerant“, „pessimistisch“ (Rosenberg, 1968, S. 283–294).

Borg und Groenen unterteilen vier allgemeine Anwendungsmöglichkeiten der MDS (vgl. Borg, Groenen, 2005, S. 3–14):

1. Die MDS als exploratives Verfahren

Die explorative Anwendung ist interessant, wenn noch keine theoretischen Vorannahmen zum Forschungsgegenstand bestehen. Die Daten werden ohne die Berücksichtigung von strukturellen Restriktionen konfiguriert. Die Darstellung der Daten kann als „erste“ Interpretationsgrundlage dienen. Diese Vorgehensweise dient als Einstieg in die Thematik und bietet grundlegende Erkenntnisse zu den Dimensionen des Untersuchungsgegenstands, die für vertiefende Forschungen richtungsweisend sein können.

2. Die MDS zur Überprüfung struktureller Hypothesen

Die Überprüfung struktureller Hypothesen kann für elaborierte Theorien eingesetzt werden. Ein solches MDS-Verfahren ist beispielsweise zur Überprüfung von Effekthypothesen der Itemstrukturen in einem Fragebogeninstrument anwendbar. Dabei wird ermittelt, inwiefern sich die zu Grunde liegende Theorie in den Items abbilden wird. Das setzt die Annahme voraus, dass sich verschiedene Elemente einer Theorie strukturell und differenziert durch Items abbilden lassen. Eine Möglichkeit besteht darin, Abbildungssätze zu konzipieren. Diese Schemata facettieren die Elemente einer Theorie und bilden die inhaltlichen Bezüge in einem strukturierten Satz ab. Das Schema wird durch die MDS-Konfiguration differenziert abgebildet, wenn sich die Inhalte der Facetten und deren Sinnbezüge aus dem Abbildungssatz in den Items widerspiegeln und von den Probanden in der Überprüfung als solche wahrgenommen werden.

3. MDS zur Untersuchung von psychologischen Strukturen

Diese Verfahrensweise zählt zu den explorativen Anwendungen. Die Ähnlichkeits-/Unähnlichkeitsbewertungen der MDS-Konfiguration sind zur Untersuchung von Absichten und Einstellungen der Testpersonen in der Psychologie interessant. Die Dimensionierungen der MDS eignen sich zur Analyse von latenten Absichten, weil die bewusst getroffenen Einzelbewertungen in ihrer Gesamtheit durchaus wieder Tendenzen enthalten können, die den Probanden nicht bewusst sind. Die Besonderheit der psychologischen Untersuchungen ist, dass die Interpretation der MDS-Konfiguration zusätzlich die psychologische Analyse der jeweiligen Probanden beinhaltet.

4. MDS als Model für Ähnlichkeitsurteile

Das sind spezielle Untersuchungen zu Wahrnehmungsstrukturen in der Psychologie von Bewertungsstrukturen in der Ähnlichkeitsbeurteilung. Vorausgesetzt wird die Annahme, dass Menschen einen eigenen geistigen Raum zur räumlichen Unterscheidung von Objekten konstruieren. Es wird untersucht, inwiefern solche Unterscheidungsmuster verallgemeinerbare psychometrische Tendenzen enthalten. Die MDS wird eingesetzt, um die räumliche Struktur der Entscheidungsmuster zu typisieren und sie transparent zu machen.

4.2 SMACOF

Die klassische Variante der MDS, die sogenannte Torgerson Skalierung (1958), gehört zu den Verfahren, deren Lösung analytisch bestimmt werden konnte. Das bedeutet, die optimale Konfiguration kann direkt berechnet werden. Analytische Berechnungen sind je nach Komplexität in der Anwendung schwer zu bestimmen. Modernere Verfahren verwenden iterative Lösungsansätze, die durch computergestützte Software schneller und leichter berechnet werden können. Optimale Anpassungen werden oft durch das Minimum einer Funktion $f(x)$ bestimmt. Allerdings ist es nicht immer ausreichend, deren erste Ableitung $f'(x) = 0$ zu setzen, um das globale Minimum zu lokalisieren. Insbesondere für multivariate Funktionen können häufig keine analytischen Lösungen abgeleitet werden. Dieses Problem kann durch einen Algorithmus, der sich im numerischen Annäherungsverfahren schrittweise dem gesuchten Minimum der Funktion nähert, besser gelöst werden. Einen eleganten Lösungsansatz für einen solchen Algorithmus beschrieb Jan De Leeuw (1977). Das SMACOF

-Package in *R* basiert auf dem von De Leeuw beschriebenen Majorisierungsprinzip. Im folgenden Abschnitt werden die Grundprinzipien der Majorisierung kurz beschrieben.

Das Grundprinzip der Majorisierung basiert auf der Verwendung einer einfacheren und leichter zu berechnenden Funktion $g(x, z)$, die die kompliziertere Funktion $f(x)$ durch die Erfüllung bestimmter Bedingungen iterativ ersetzt. Es gelten folgende Grundannahmen für die Hilfsfunktion:

1. Die Hilfsfunktion muss einfacher zu minimieren sein als die Originalfunktion $f(x)$. Das ist beispielsweise der Fall, wenn $g(x, z)$ eine konvexe quadratische Funktion in x ist. Das Minimum wird in dem Fall durch eine einfache Ableitung in einem Schritt lokalisiert. Multivariable Funktionen sind in einer Variablen ableitbar, indem die anderen Variablen fixiert werden. Das bedeutet, dass das Minimum der Funktion $g(x, z)$ für x durch eine einfache Ableitung über x bestimmt werden kann, indem z fixiert wird.
2. Die Originalfunktion $f(x)$ muss im gesamten Definitionsbereich kleiner oder gleich der Hilfsfunktion sein $f(x) \leq g(x, z)$.
3. Die Hilfsfunktion muss einen Berührungspunkt in der Originalfunktion, den sogenannten „Supporting-Point“ in z besitzen $f(z) = g(z, z)$, um den Algorithmus zu initiieren.

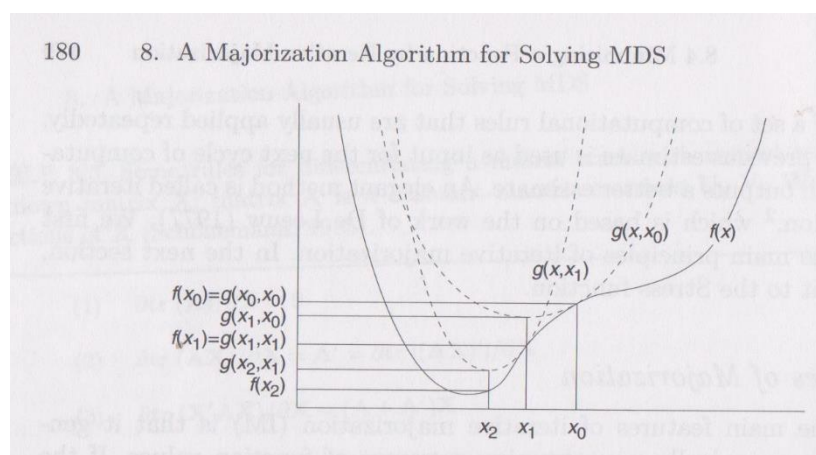


Abbildung 2: Prinzip des Majorisierungsalgorithmus von De Leeuw
(Groenen, Borg, 2005, S.180)

Die Abbildung 2 zeigt zwei Iterationsschritte: Die erste Iteration startet durch das Finden einer Hilfsfunktion nach den zuvor definierten Regeln $g(x, x_0)$. Diese Funktion kann durch die

Originalfunktion $f(\mathbf{x})$ über die Berührung im „Supporting Point“ \mathbf{x}_0 lokalisiert werden. Das Minimum der Hilfsfunktion $g(\mathbf{x}, \mathbf{x}_0)$ wird in der Abbildung in Punkt \mathbf{x}_1 bestimmt. $f(\mathbf{x}_1)$ ist niemals größer als $g(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_0)$. Der zweite Iterationsschritt verläuft anschließend analog zum Vorherigen.

Wenn man das Minimum der Funktion $g(\mathbf{x}, \mathbf{z})$ in \mathbf{x}^* beschreibt, kann man aus der zweiten und dritten Grundregel eine Ungleichung bilden. Diese Ungleichungskette wurde von De Leeuw als „sandwich inequality“ bezeichnet:

$$f(x^*) \leq g(x^*, z) \leq g(z, z) = f(z) \quad (1)$$

Die iterative Majorisierung der Ungleichung verläuft in vier Schritten und folgt dem Beispiel der graphischen Darstellung aus **Abbildung 1** (Groenen, Borg, 2005, S. 180):

1. Zunächst wird $\mathbf{z} = \mathbf{z}_0$ als Startwert gesetzt.
2. Suche die Aktualisierung von \mathbf{x}^* unter der Bedingung: $g(\mathbf{x}^*, \mathbf{z}) \leq g(\mathbf{z}, \mathbf{z})$.
3. Wenn $f(\mathbf{z}) - f(\mathbf{x}^u) < \varepsilon$ kleiner ist als das Konvergenzkriterium, wird der iterative Ablauf gestoppt (ε ist ein kleiner, konstanter, positiver Wert).
4. Setzt $\mathbf{z} = \mathbf{x}^*$ und beginnt mit Schritt 2.

Dieser Ablauf beschreibt das Grundprinzip der iterativen Majorisierung. Die **Abbildung 1** und der dargestellte vierschrittige Iterationsablauf beziehen sich auf die Majorisierung für eine Funktion $f(\mathbf{x})$ mit einer Variablen. Insofern die Bedingungen der „sandwich inequality“ eingehalten werden, kann die Majorisierung auch auf multivariable Funktionen angewandt werden. Eine solche objektive multivariate Funktion zur Bestimmung der Anpassungsgüte

von Distanzen zwischen den Objekten in der MDS-Konfiguration ist die sogenannte Stress-Funktion.

Die MDS Rohdaten sind Unähnlichkeiten $\delta_{i,j}$ in einer $\mathbf{n} \times \mathbf{n}$ Matrix, die für alle Bewohner paarweise erhoben wurden. Die optimale Distanzkonfiguration der Unähnlichkeiten versucht die Bewohner $\mathbf{i}, \mathbf{j} = \mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{3} \dots \mathbf{n}$ in einem möglichst niedrigdimensionalen euklidischen Raum abzubilden, sodass die Distanzen zwischen den Bewohnern die erhobenen Unähnlichkeiten bestmöglich approximieren. Dazu wird eine $\mathbf{n} \times \mathbf{p}$ Koordinatenmatrix(\mathbf{X}) für die euklidischen Distanzen gesucht:

$$d_{i,j}(X) = \sqrt{\sum_{s=1}^p (x_{is} - x_{js})^2} \quad (2)$$

Der Index \mathbf{p} steht für die Anzahl der Dimensionen und die Elemente der **Matrix** ($x_{i,s}$) bilden die Konfigurationskoordinaten der einzelnen Bewohner ab. Die Matrix der quadrierten euklidischen Distanzen $\mathbf{d}_{i,j}^2(\mathbf{X})$ kann analog zu Formel (2) abgebildet werden:

$$\begin{aligned} D^2(X) &= \begin{bmatrix} 0 & d_{12}^2 & d_{13}^2 \\ d_{12}^2 & 0 & d_{23}^2 \\ d_{13}^2 & d_{23}^2 & 0 \end{bmatrix} \\ &= \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} x_{1a}^2 & x_{1a}^2 & x_{1a}^2 \\ x_{2a}^2 & x_{2a}^2 & x_{2a}^2 \\ x_{3a}^2 & x_{3a}^2 & x_{3a}^2 \end{bmatrix} + \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} x_{1a}^2 & x_{2a}^2 & x_{3a}^2 \\ x_{1a}^2 & x_{2a}^2 & x_{3a}^2 \\ x_{1a}^2 & x_{2a}^2 & x_{3a}^2 \end{bmatrix} \\ &\quad - 2 \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} x_{1a}x_{1a} & x_{1a}x_{2a} & x_{1a}x_{3a} \\ x_{2a}x_{1a} & x_{2a}x_{2a} & x_{2a}x_{3a} \\ x_{3a}x_{1a} & x_{3a}x_{2a} & x_{3a}x_{3a} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

Beispiel:

Die **Koordinatenmatrix** (**X**) bildet in den Zeilen die zweidimensionalen Koordinaten von drei Bewohnern ab.

$$X = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} = \begin{array}{ccc} & x1 & x2 \\ p1 & 2 & 1 \\ p2 & 4 & 2 \\ p3 & 3 & 4 \end{array} \quad (4)$$

Die Matrix **B** = **X^TX** wird als Skalarproduktmatrix der **Koordinatenmatrix** (**X**) und ihrer transponierten Matrix (**X^T**) bezeichnet.

$$XX^T = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 10 & 10 \\ 10 & 20 & 20 \\ 10 & 20 & 25 \end{bmatrix} = B \quad (5)$$

Wenn die grau markierte Hauptdiagonale von **XX^T** in den Elementen von Vektor **c** dargestellt wird, ist **c^T** = (5,20,25). Aus der Hauptdiagonalen der Skalarproduktmatrix **B** können die Elemente **x²_{ia}** für die Berechnung der quadrierten Distanzen in Formel (3) eingesetzt werden.

$$\begin{aligned} D^2(X) &= \begin{bmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 0 & 5 \\ 10 & 5 & 0 \end{bmatrix} \\ &= \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 20 & 20 & 20 \\ 25 & 25 & 25 \end{bmatrix} + \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} 5 & 20 & 25 \\ 5 & 20 & 25 \\ 5 & 20 & 25 \end{bmatrix} \\ &\quad - 2 \sum_{a=1}^m \begin{bmatrix} 5 & 10 & 10 \\ 10 & 20 & 20 \\ 10 & 20 & 25 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Die Bewohner werden im p -dimensionalen Raum als Punkte skaliert, sodass die Distanzen zwischen den verschiedenen Bewohnern im Optimalfall den gemessenen Unähnlichkeiten entsprechen. Das ist exakt dann der Fall, wenn die Hauptdiagonale der quadrierten Distanzen aus Unähnlichkeitsbewertungen und Konfigurationsdistanzen gleich null ist.

4.2.1 Grundlagen der Matrixalgebra

Einleitend zum Verständnis des SMACOF-Algorithmus folgt eine kurze Erklärung zu den Grundlagen der linearen Algebra von Determinanten, inversen Matrizen, Eigenwerten, Eigenvektoren, Rang und Spur (trace) einer $n \times n$ Matrix:

Die **Determinante** einer $n \times n$ Matrix ist ein einfacher Wert, der sich nach einem festgelegten Schema bestimmen lässt aus einer quadratischen Matrix berechnen lässt. Für nichtquadratische Matrizen wird keine Determinante definiert. Im Wesentlichen beschreibt die Determinante die folgenden Eigenschaften einer Matrix beschreibt:

$$\det(A) \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

Beispiel für die Schreibweise einer Determinante der Matrix A (7)

- Die n Vektoren einer Matrix sind linear abhängig, wenn die Determinante dieser Matrix den **Wert 0** besitzt. Die Vektoren der Matrix sind linear unabhängig, wenn die Determinante der Matrix **ungleich Null** ist.
- Die Determinante einer Matrix beschreibt den Raum, der zwischen den Vektoren der Matrix aufgespannt wird. Voraussetzung dazu ist, dass die Vektoren nicht linear abhängig sind.
- Die Determinante eines Produkts von Matrizen ist das Produkt der Determinanten

- Das Vorzeichen der Determinante gibt Auskunft über die Richtungsorientierung der Vektoren einer Matrix. Ein wechselndes Vorzeichen führt beispielsweise zu einer Spiegelung der Matrix.
- Determinanten liefern ein Invertierbarkeitskriterium für Matrizen: Eine Matrix ist dann invertierbar, wenn ihre Determinante von Null verschieden ist (vgl. Arens et al. 2013, 544ff.)

Die **inverse Matrix** ist die Divisionsmatrix, durch die eine Matrix neutralisiert wird. Wird \mathbf{a} durch \mathbf{a} dividiert, folgt: $\mathbf{a} \mathbf{a}^{-1} = \mathbf{1}$.

Beispiel:

Die **1** spielt eine besondere Rolle in der Matrix-Multiplikation, weil sie ein neutrales Element bildet, und ist somit eine wichtige Rechenoperation für die Auflösung von Gleichungen. Beispielsweise gilt für die Matrixmultiplikation:

$$\mathbf{B} \mathbf{B}^{-1} \mathbf{A} = \mathbf{A}$$

(8)

Die Inverse existiert nur für quadratische Matrizen. Eine weitere Bedingung für die Existenz einer eindeutigen Inversen \mathbf{B}^{-1} ist, dass \mathbf{B} vollrangig ist. Der Rang einer $\mathbf{n} \times \mathbf{m}$ wird durch die Anzahl der linearen unabhängigen Zeilen und Spalten der Matrix bestimmt. Der Rang entspricht der Anzahl der Eigenwerte in einer Matrix, die ungleich null sind. Folglich kann der Rang nicht größer sein als die Anzahl der Reihen oder Spalten. Im Fall einer $\mathbf{n} \times \mathbf{n}$ ist der Rang maximal \mathbf{n} und im Fall einer $\mathbf{n} \times \mathbf{m}$ Matrix ist der Rang $\mathbf{r} \leq \min(\mathbf{n}, \mathbf{m})$.

In einigen Fällen lässt sich die Inverse leicht und eindeutig bestimmen: zum einen, wenn es sich um eine diagonale Matrix handelt, für die alle nicht-diagonalen Elemente gleich **0** sind und zum anderen bei einer orthonormalen $\mathbf{n} \times \mathbf{n}$ Matrix \mathbf{A} . Als orthonormal bezeichnet man eine Matrix, deren Spaltenvektoren die Länge **1** besitzen und deren Vektorskalarprodukt **0** beträgt. Die Spaltenvektoren der orthonormal Matrix sind orthogonal zueinander, wenn daraus das Skalarprodukt **0** folgt. Es gilt:

$$B B^T = B B^{-1} = I$$

$$\begin{pmatrix} 0,8 & -0,6 \\ 0,6 & 0,8 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,8 & 0,6 \\ -0,6 & 0,8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

(9)

Die **Einheitsmatrix** I hat somit eine besondere Stellung unter den orthonormalen Matrizen:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Beispiel einer Einheitsmatrix 4 X 4 (10)

Der zugehörige Einheitsvektor wird wie folgt geschrieben: $n^{-\frac{1}{2}}\mathbf{1}$.

Die **Eigenwerte und Eigenvektoren** einer Matrix sind durch folgende Beziehung zueinander charakterisiert:

$$A\vec{v} = \lambda\vec{v} = \lambda n^{-\frac{1}{2}}\mathbf{1}\vec{v}$$

(11)

Die lineare Beziehung der Matrix A multipliziert mit dem Eigenvektor \vec{v} entspricht den **Eigenwerten** λ der Matrix A multipliziert mit dem Einheitsvektor der Einheitsmatrix und dem **Eigenvektor** \vec{v} . Ein Eigenvektor \vec{v} einer Matrix ist ein vom Nullvektor verschiedener Vektor, dessen Richtung durch Multiplikation mit der Matrix nicht verändert wird. Ein Eigenvektor wird also um den Eigenwert gestreckt. Dieser Streckungsfaktor λ heißt Eigenwert der Matrix. Zur Bestimmung der Eigenwerte λ und dem Eigenvektor der Matrix A kann die Gleichung **X** wie folgt umgestellt werden:

$$A\vec{v} = \lambda\vec{v} = \lambda n^{-\frac{1}{2}}\mathbf{1}\vec{v} \rightarrow (A - \lambda n^{-\frac{1}{2}}\mathbf{1})\vec{v} = \vec{0}$$

$$\det(A - \lambda n^{-\frac{1}{2}}\mathbf{1}) = 0$$

(12)

Wenn die **Eigenwerte** λ den Anteil der linearen unabhängigen Elemente der Matrix **A** bilden, dann müssen die linearen abhängigen **Elemente** $A - \lambda n^{-\frac{1}{2}} \mathbf{1}$ der Matrix **A** orthogonal zum Eigenvektor \vec{v} sein. Vektoren oder Matrizen sind orthogonal zueinander, wenn ihr Skalarprodukt gleich null ist.

Ein **Beispiel** zur Berechnung der Eigenwerte und Eigenvektoren der 2×2 Matrix A

$$(A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}):$$

Schritt 1 Gleichung zur Bestimmung der Eigenwerte: $\det\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\right) = 0$

$$\det(A) = \det \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - cb = 0 \rightarrow \begin{vmatrix} 1-\lambda & 2 \\ 3 & 4-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & 2 \\ 3 & 4-\lambda \end{vmatrix} = (1-\lambda)(4-\lambda) - 3 \times 2 = 4 - 5\lambda - \lambda^2 - 6 = -\lambda^2 - 5\lambda - 2$$

Schritt 2 Anwendung der PQ-Formel zur Bestimmung der Nullstellen für das

charakteristische Polynom: $\lambda_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}; \lambda_{1,2} = \frac{5 \pm \sqrt{33}}{2}$

Dabei handelt es sich um die Eigenwerte ($\lambda_1 = 5,37; \lambda_2 = 0,37$ der Matrix A

Schritt 3 Zur Berechnung der Eigenvektoren werden die Eigenwerte

$\lambda_1 = 5,37; \lambda_2 = 0,37$ jeweils in das folgende Gleichungssystem einsetzt:

$$A\vec{v} = \vec{0} \rightarrow \begin{pmatrix} 1-\lambda & 2 \\ 3 & 4-\lambda \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Ergebnis $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = m \begin{pmatrix} 2 \\ \lambda - 1 \end{pmatrix}; \lambda_{1,2} \text{ für } \lambda; m \text{ kann ein beliebiger positiver Wert sein.}$

(13)

Die **Spurfunktion (trace)** einer quadratischen Matrix ist die Summe aller Elemente in der Hauptdiagonalen.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad \text{für:} \quad \text{trace } A = \sum_{i=1}^n a_{ii} \quad (14)$$

Die **Tracefunktionen** eignen sich zur vereinfachten Darstellung von linearen oder quadratischen Multifunktionen (Funktionen mit einem Laufindex). Ein Beispiel für eine lineare Multifunktion $f(\mathbf{X})$ mit der Variable x_{ik} und der Konstanten a_{ki} ist:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ki} x_{ik} = \text{trace } AX = f(\mathbf{X}) \quad (15)$$

Die linearen und quadratischen Tracefunktionen sind kompakte Matrixdarstellungen, die einfach zu berechnen sind. Eine partielle Ableitung für $f(\mathbf{X})$ in \mathbf{X} kann leicht bestimmt werden. Die quadratischen Tracefunktionen werden oft angewandt, um Differenzen zwischen korrespondierenden MDS-Matrizen (\mathbf{X}, \mathbf{Y}) zu berechnen:

$$\text{trace}(\mathbf{X} - \mathbf{Y})(\mathbf{X} - \mathbf{Y})^T \quad (16)$$

Die Funktion ermittelt die Summe der quadrierten Distanzen zwischen den Koordinaten der korrespondierenden Punkte von \mathbf{X} und \mathbf{Y} .

4.2.2 Basismethodologie zum SMACOF-Algorithmus

Die Optimierung der Stress-Funktion durch Majorisierung über den SMACOF-Algorithmus wird als Basismethodologie in diesem Abschnitt eingeführt. Die Ausführungen orientieren sich an den Beschreibungen von De Leeuw (vgl. De Leeuw, Mair, 2009, S. 4).

Die Stress-Funktion $\sigma(\mathbf{X})$ der MDS-Konfiguration kann folgendermaßen geschrieben werden:

$$\sigma(X) = \sum_{i < j} w_{ij} (\delta_{ij} - d_{ij}(X))^2 \quad (17)$$

Das \mathbf{W} steht für eine symmetrische $n \times n$ Matrix mit den positiven Gewichtungen w_{ij} . Allgemein gilt die Annahme von einheitlichen Gewichtungen mit dem Wert 1. Die Unähnlichkeitsbewertungen werden durch eine fixierte Gesamtlänge normiert:

$$\sum_{i < j} w_{ij} \delta_{ij}^2 = n(n-1)/2 \quad (18)$$

Weiterhin gilt die Voraussetzung, dass die Gewichtungen w_{ij} in den jeweiligen Termen der Stress-Funktion nicht auflösbar sind, sodass keine Kürzungen vorgenommen werden. Die Berechnung der Gewichtungen erfolgt erst zum Iterationsprozess des SMACOF-Algorithmus. Die Gewichtungswerte können beispielsweise zur Erkennung von fehlenden Werten oder für Konfigurationsrestriktionen verwendet werden.

Beispiel:

1. $w_{ij} = 1$ (wenn die Werte bekannt sind)
2. $w_{ij} = 0$ (zum Eliminieren von fehlenden Werten)

Die Stress-Funktion $\sigma(X)$ kann in drei Termen aufgelöst werden:

$$\begin{aligned} &\sigma(X) \\ &= \\ &\sum_{i < j} w_{ij} (\delta_{ij} - d_{ij}(X))^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \\
&\sum_{i < j} w_{ij} \delta_{i,j}^2 + \sum_{i < j} w_{ij} d_{i,j}^2(X) - 2 \sum_{i < j} w_{ij} \delta_{i,j} d_{i,j}(X) \\
&= \\
&\eta_{\delta}^2 + \eta^2(X) - 2p(X)
\end{aligned} \tag{19}$$

Die Komponenten der Stress-Funktion werden zunächst für sich betrachtet. Der erste Term kann aus Gleichung (18) übernommen werden:

$$\eta_{\delta}^2 = n(n-1)/2 \tag{20}$$

Der Term η_{δ}^2 ist von den Gewichtungen w_{ij} und den erhobenen Unähnlichkeiten $\delta_{i,j}^2$ abhängig und bildet eine Konstante in der Stress-Funktion, weil darin keine Beziehungen zur **Variablen (X)** enthalten sind.

Die zweite Komponente $\eta^2(X)$ ist die Summe der gewichteten quadratischen Distanzen $d_{i,j}^2(X)$, die eine konvexe quadratische Funktion bilden. Die quadrierten Distanzen können über die Matrix $A_{i,j}$ berechnet werden. Dazu bildet e_i die i-te Spalte einer Einheitsmatrix = I ab.

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{21}$$

Für die Werte $i = 2, j = 4$ und $n = 4$ einer $n \times n$ Einheitsmatrix wären die transponierten Spalten folgende: $e_i^T = (0 \ 1 \ 0 \ 0)$ und $e_j^T = (0 \ 0 \ 0 \ 1)$. Die Differenz dieser Einheitsvektoren beträgt dann $(e_i - e_j)^T = (0 \ 1 \ 0 \ -1)$. Für die Elemente der Matrix $A_{i,j} = (e_i - e_j)(e_i - e_j)^T$ gelten folgende Bedingungen:

$$d_{24}^2(X) = \sum_{a=1}^m x_{2a}^T (e_2 - e_4)(e_2 - e_4)^T x_{4a} \rightarrow A_{2,4} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d_{24}^2(X) = \sum_{a=1}^m x_{2a}^T \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} x_{4a}$$
(22)

Für gleichwertige Multiplikationen $(e_i - e_j)(e_i - e_j)^T$ gilt $e_i e_i = a_{i,i} = a_{i,i} = \mathbf{1}$ und für ungleiche Paarungen gilt $e_{j,i} = e_{i,j} = a_{j,i} = a_{i,j} = -\mathbf{1}$. Die Matrix A_{ij} ist zeilen- und spaltenzentriert, sodass die folgenden Bedingungen gelten: $A_{ij}\mathbf{1} = \mathbf{0}, \mathbf{1}^T A_{ij} = \mathbf{0}$.

$\mathbf{1}$ ist als $\mathbf{n} \times \mathbf{1}$ Vektor definiert. Daraus folgt für den transponierten Vektor ($\mathbf{1}^T = (\mathbf{1} \ \mathbf{1} \ \mathbf{1} \ \mathbf{1})$), sodass sich die Zeilen und Spaltensummen der Matrix A_{ij} aufheben.

Die Koordinaten der Spaltenvektoren x_a aus der MDS-**Koordinatenmatrix** (\mathbf{X}) werden über die Matrix A_{ij} zu quadrierten Distanzen summiert. $\eta^2(\mathbf{X})$ und sind somit über eine Tracefunktion abbildbar:

$$\eta^2(X) = \sum_{i < j} w_{ij} d_{i,j}^2(X)$$

$$= \text{trace } X^T \left(\sum_{i < j} w_{ij} A_{ij} \right) X \quad \underline{\text{für:}} \quad V = \sum_{i < j} w_{ij} A_{ij}$$

$$= \text{trace } X^T V X$$
(23)

Aufgrund der Annahme, dass die Gewichtungen w_{ij} nicht gekürzt werden dürfen, ergibt sich beispielsweise für eine 3 x 3 Matrix:

$$V = \sum_{i < j} w_{ij} A_{ij} = \begin{bmatrix} w_{12} + w_{13} & -w_{12} & -w_{13} \\ -w_{12} & w_{12} + w_{23} & -w_{23} \\ -w_{13} & -w_{23} & w_{13} + w_{23} \end{bmatrix} \quad (24)$$

trace $X^T V X$ ist eine kompakte Matrizendarstellung für $\eta^2(X)$, die zudem eine einfache quadratische Funktion in X darstellt. Die Matrix V ist die gewichtete Summe der zeilen- und spaltenzentrierten Matrix A_{ij} . Aus diesem Grund ist die Matrix V auch zeilen- und spaltenzentriert. Da die Gewichtungen nicht gekürzt werden dürfen, besitzt die Matrix V den Rankn-1. Der Eigenwert null korrespondiert mit dem Einheitsvektor $n^{-1/2} \mathbf{1}$ der Einheitsmatrix.

Der dritte Term der Stress-Funktion $-p(X)$ bildet die negativen gewichteten Summen der Distanzen $d_{ij}(X)$ in einer konkav verlaufenden Funktion ab. Dieser Term ist entscheidend für den Majorisierungsvorgang der Stress-Funktion.

$$-p(X) = - \sum_{i < j} (w_{ij} \delta_{i,j}) d_{i,j}(X) \quad (25)$$

Betrachtet man zunächst die negativen Distanzen $-d_{i,j}(X)$ bietet sich eine Möglichkeit, die Majorisierungsungleichung über die Cauchy-Schwarz-Ungleichung umzusetzen. Die Cauchy-Schwarz-Ungleichung besagt:

\vec{x}, \vec{y} nicht negative \in von R^n

$$|\vec{x} \times \vec{y}|^2 \leq \|\vec{x}\|^2 \times \|\vec{y}\|^2$$

$$|\vec{x} \times \vec{y}|^2 = \|\vec{x}\|^2 \times \|\vec{y}\|^2 \quad \text{für } \vec{x} = c\vec{y}$$

(26)

Die Gleichung ist gegeben, wenn \bar{x} einem Skalar von $c\bar{y}$ entspricht. Das trifft auf $x =$ zu. Auf den Raum R^n angewandt, kann man die Cauchy-Schwarz-Ungleichung als Standardskalarprodukt wie folgt beschreiben:

$$(\sum x_i y_i)^2 \leq (\sum x_i)^2 (\sum y_i)^2$$

Und für die Distanz:

$$\sum_{a=1}^m x_a y_a \leq \left[\sum_{a=1}^m (x_a)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[\sum_{a=1}^m (y_a)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (27)$$

Substituiert man $x_i = (x_{i,a} - x_{j,a})$ und $y_i = (z_{i,a} - z_{j,a})$, erhält man:

$$\begin{aligned} \sum_{a=1}^m (x_{i,a} - x_{j,a})(z_{i,a} - z_{j,a}) &\leq \left[\sum_{a=1}^m (x_{i,a} - x_{j,a})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[\sum_{a=1}^m (z_{i,a} - z_{j,a})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= d_{i,j}(X) d_{i,j}(Z) \end{aligned} \quad (28)$$

Werden beide Seiten durch $d_{i,j}(Z)$ dividiert und die Ungleichung mit -1 multipliziert, erhält man:

$$-d_{i,j}(X) \leq -\frac{\sum_{a=1}^m (x_{i,a} - x_{j,a})(z_{i,a} - z_{j,a})}{d_{i,j}(Z)} \quad (29)$$

Eine einfache Matrizendarstellung für $\sum_{a=1}^m (x_{i,a} - x_{j,a})(z_{i,a} - z_{j,a})$ kann aus Formel (23) übernommen werden:

$$\sum_{a=1}^m (x_{i,a} - x_{j,a})(z_{i,a} - z_{j,a}) = \text{trace } X^T A_{ij} Z \quad (30)$$

Kombiniert man die letzten beiden Schritte miteinander und multipliziert $w_{ij}\delta_{i,j}$ über alle $i < j$, erhält man den entscheidenden letzten Term:

$$\begin{aligned} -p(X) &= -\sum_{i < j} (w_{ij}\delta_{i,j})d_{i,j}(X) \\ &= -\text{trace } X^T \left(\sum_{i < j} b_{ij}A_{ij} \right) Z \\ &= -\text{trace } X^T B(Z)Z \end{aligned} \quad (31)$$

Die Elemente von $B(Z)$ berechnen sich dann wie folgt:

$$\begin{aligned} b_{ij} &= \begin{cases} -\frac{w_{ij}\delta_{i,j}}{d_{i,j}(Z)} & i \neq j; d_{i,j}(Z) \neq 0 \\ 0 & i \neq j; d_{i,j}(Z) = 0 \end{cases} \\ b_{ii} &= \begin{cases} -\frac{w_{ij}\delta_{i,j}}{d_{i,j}(Z)} & i \neq j; d_{i,j}(Z) \neq 0 \\ 0 & i \neq j; d_{i,j}(Z) = 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (32)$$

Die Bedingung der Gleichung $Z = X$ bleibt für die negative Umkehrung der Ungleichung weiterhin bestehen, sodass der Term (33) folgt:

$$\begin{aligned}
-p(X) &= -\text{trace } X^T B(X)X \leq -\text{trace } X^T B(Z)Z \\
-2p(X) &= -2\text{trace } X^T B(X)X \leq -2\text{trace } X^T B(Z)Z
\end{aligned}
\tag{33}$$

Der Term $-p(X) = -\text{trace } X^T B(X)X$ kann durch die Minimierung der Funktion $-\text{trace } X^T B(Z)X$ majorisiert werden. Die Funktion $-\text{trace } X^T B(Z)Z$ ist eine lineare Funktion in X .

Kombiniert man die Matrizendarstellungen aus (33) mit den Termen von: $\eta_\delta^2 + \eta^2(X) - 2p(X)$, erhält man den SMACOF-Algorithmus zur Stress-Majorisierung:

$$\begin{aligned}
\sigma(X) &= \eta_\delta^2 + \text{trace } X^T V X - 2\text{trace } X^T B(X)X \leq \\
&\eta_\delta^2 + \text{trace } X^T V X - 2\text{trace } X^T B(Z)Z = \tau(XZ)
\end{aligned}
\tag{34}$$

Die Funktion $\tau(XZ)$ ist eine einfache quadratische Majorisierungsfunktion in X für den Stress $\sigma(X)$. Das Minimum der Funktion ist über die erste Ableitung in X zu bestimmen.

$$\begin{aligned}
\Delta(XZ) &= 0 \\
\Delta(XZ) &= 2VX - 2B(Z)Z = 0
\end{aligned}
\tag{35}$$

Wenn man den Term kürzt, erhält man folgende Gleichung: $VX = B(Z)Z$. Damit diese lineare Gleichung für X gelöst werden kann, muss man beide Seiten mit V^{-1} multiplizieren. Diese Inverse existiert nicht, weil V keine vollrangige Matrix ist. Aus diesem Grund wird auf die Moore-Penrose-Inverse zurückgegriffen. Die Moore-Penrose-Inverse, auch Pseudoinverse genannt, ist für alle Matrizen mit Einträgen aus den reellen oder komplexen Zahlen definiert. Sie kann bei linearen Ausgleichsproblemen verwendet werden und mit optimaler Lösung die kleinste gemeinsame euklidische Norm berechnen. Die Pseudoinverse V^+ ist eine Einheitsmatrix. Statt A^{-1} kann man die generalisierte Inverse V^+ verwenden, die gleich der

normalen Inversen ist, sofern diese existiert. Die Pseudoinverse kann über eine vollrangige Singulärwertzerlegung $\mathbf{A} = \mathbf{P}\mathbf{\Phi}_{r \times r}\mathbf{V}^T$ als $\mathbf{A}^+ = \mathbf{Q}\mathbf{\Phi}_{r \times r}\mathbf{P}^T$ berechnet werden. Im Fall von linearen Gleichungssystemen $\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$ kann generell die beste Lösung über $\mathbf{x} = \mathbf{A}^+\mathbf{b}$ bestimmt werden. Sofern keine direkte Lösung existiert, erhält man die optimale kleinste Quadrate-Lösung.

Die Moore-Penrose-Inverse von \mathbf{V} ist durch $\mathbf{V}^+ = (\mathbf{V} + \mathbf{1}\mathbf{1}^T)^{-1} - \mathbf{n}^{-2}\mathbf{1}\mathbf{1}^T$ bestimmt. Der zweite Term $-\mathbf{n}^{-2}\mathbf{1}\mathbf{1}^T$ ist irrelevant für SMACOF, da sie anschließend mit einer Matrix multipliziert wird, die **orthogonal zu $\mathbf{1}$** ist. Das liegt daran, dass $\mathbf{B}(\mathbf{Z})$ auch den Eigenvektor $\mathbf{1}$ und den Eigenwert $\mathbf{0}$ besitzt. Der Term löst sich auf. Das Update des SMACOF-Algorithmus lässt sich wie folgt beschreiben:

$$\mathbf{X}^U = \mathbf{V}^+ \mathbf{B}(\mathbf{Z})\mathbf{Z} \quad (36)$$

Für den Fall, dass **alle $\mathbf{w}_{ij} = \mathbf{1}$** , dann entspricht $\mathbf{V}^+ = \mathbf{n}^{-1}\mathbf{J}$ mit \mathbf{J} als „centering“ Matrix $\mathbf{I} - \mathbf{n}^{-1}\mathbf{1}\mathbf{1}^T$. Das Update \mathbf{X}^U kann dann vereinfacht dargestellt werden:

$$\mathbf{X}^U = \mathbf{n}^{-1} \mathbf{B}(\mathbf{Z})\mathbf{Z} \quad (37)$$

Dieses Update wurde von De Leeuw und Heiser in Erinnerung an Guttman als „Guttman Transformation“ bezeichnet. Der Majorisierungsalgorithmus garantiert eine Serie von nicht wachsenden Stresswerten.

Borg und Groenen fassen die Schritte des Algorithmus wie folgt zusammen (Borg, Groenen, 2005, S. 191):

1. Setze $\mathbf{Z} = \mathbf{X}^0$, \mathbf{X}^0 bildet eine Startkonfiguration für den Iterationsschritt $\mathbf{k} = \mathbf{0}$. Das Konvergenzkriterium ε wird durch einen beliebigen kleinen positiven Wert festgesetzt.

2. Berechnung von $\sigma^{(0)} = \sigma^{(X(0))}$. Setze $\sigma^{(-1)} = \sigma^{(0)}$.
3. Wenn $k = 0$ ($\sigma^{(k-1)} - \sigma^{(k)} > \varepsilon$ und $k \leq \text{Maximum der Iterationen}$), dann folgen weitere Iterationsschritte.
4. Erhöhung der Iterationsschritte k um 1
5. Berechnung der Guttman-Transformation $X^{(k)}$, vorausgesetzt alle $w_{ij} = 1$
6. Berechnung von $\sigma^{(k)} = \sigma^{(X(k))}$

4.3 Non-metrische MDS in SMACOF– D-Hats

In der vorangegangenen Darstellung des SMACOF-Algorithmus besteht die Vorannahme von metrisch skalierten Ähnlichkeits-/Unähnlichkeitsbewertungen. Insbesondere bei sozialwissenschaftlichen Anwendungen handelt es sich meist um rangskalierte Bewertungen. Eine Lösung für rangskalierte δ_{ij} Daten, die sich leicht in die Stress-Funktion implementieren lässt, wird durch Einsetzen von Disparitäten \hat{d}_{ij} (**d-hats**) möglich. Es gilt die Voraussetzung, dass die Disparitäten die gleiche Rangordnung abbilden wie die Unähnlichkeitsbewertungen.

Stress-Funktion mit d-hats:

$$\sigma(\hat{d}, X) = \sum_{i < j} w_{ij} (d_{ij}(X) - \hat{d}_{ij})^2$$

=

$$\begin{aligned}
& \sum_{i < j} w_{ij} \hat{d}_{ij}^2 + \sum_{i < j} w_{ij} d_{ij}^2(X) - 2 \sum_{i < j} w_{ij} \hat{d}_{ij} d_{ij}(X) \\
& = \\
& \quad \eta_d^2 + \eta^2(X) - 2p(\hat{d}, X)
\end{aligned} \tag{38}$$

$\hat{\mathbf{d}}$ bildet eine Rangfolge aller Paarvergleiche und entspricht somit einem $\mathbf{1} \times \mathbf{s}$ Vektor, für $\mathbf{s} = \mathbf{n}(\mathbf{n} - \mathbf{1})/2$ die Anzahl aller Paarvergleiche. Der SMACOF-Algorithmus implementiert die Disparitäten durch abwechselnde iterative Updates von $\hat{\mathbf{d}}$ und \mathbf{X} . Um der Gefahr einer trivialen Lösung zu entgehen ($\hat{\mathbf{d}}=\mathbf{0}, \mathbf{X}=\mathbf{0}$), wird $\hat{\mathbf{d}}$ über eine fixierte Länge normiert:

$$\eta_d^2 = \mathbf{n}(\mathbf{n} - \mathbf{1})/2 \tag{39}$$

Für die non-metrische Multidimensionale Skalierung erfolgt die Stressminimierung $\sigma(\hat{\mathbf{d}}, \mathbf{X})$ über \mathbf{X} und $\hat{\mathbf{d}}$. Für die Disparitäten $\hat{\mathbf{d}}$ gilt die Bedingung, die Rangordnung der Unähnlichkeiten abzubilden:

$$p_{ij} < p_{ki} \rightarrow \hat{d}_{ij} \leq \hat{d}_{ki} \tag{40}$$

Der SMACOF-Algorithmus kann wie folgt erweitert werden (Borg, Groenen, 2005, S. 204):

1. Setze $\mathbf{Z} = \mathbf{X}^0$, \mathbf{X}^0 bildet eine Startkonfiguration für den Iterationsschritt $\mathbf{k} = \mathbf{0}$. Das Konvergenzkriterium ε wird durch einen beliebigen kleinen positiven Wert festgesetzt.
2. Finden der optimalen Disparitäten \hat{d}_{ij} zu den fixierten Distanzen $d_{ij}(\mathbf{X}^{(0)})$

3. Standardisierung der \hat{d}_{ij} durch eine fixierte Gesamtlänge für $\eta_{\hat{d}}^2 = n(n-1)/2$
4. Berechnung von $\sigma^{(0)} = \sigma(\hat{d}, X^{(0)})$. Setze $\sigma^{(-1)} = \sigma^{(0)}$
5. Wenn $k = 0$ ($\sigma^{(k-1)} - \sigma^{(k)} > \varepsilon$ und $k \leq \text{Maximum der Iterationen}$), dann folgen weitere Iterationsschritte.
6. Erhöhung der Iterationsschritte k um 1
7. Berechnung der Guttman-Transformation $X^{(k)}$, vorausgesetzt alle $w_{ij} = 1$ und alle δ_{ij} wurden ersetzt durch \hat{d}_{ij} .
8. Finden der optimalen Disparitäten \hat{d}_{ij} zu den fixierten Distanzen $d_{ij}(X^{(k)})$
9. Standardisierung der \hat{d}_{ij} durch eine fixierte Gesamtlänge für $\eta_{\hat{d}}^2 = n(n-1)/2$
10. Berechnung von $\sigma(\hat{d}, X^{(k)})$.
11. Setze $Z = X(k)$

4.4 Konfigurationsanpassungen für Tie-Bewertungen

In diesem Kapitel soll der Unterschied zwischen der **primären und der sekundären** Datenanpassung bei ordinal skalierten Daten beschrieben werden. Eine anschauliche Erklärung bietet das folgende Beispiel:

$$A = \begin{bmatrix} - & 8 & 7 & 9 \\ 8 & - & 2 & 8 \\ 7 & 2 & - & 3 \\ 9 & 8 & 3 & - \end{bmatrix}$$

Die Zeilen (i=1-4) und die Spalten (j=1-4) von ordinalen Unähnlichkeitsdaten (41)

Primary-Approach: Die primäre Anpassung setzt keine Restriktionen zwischen den Distanzen von korrespondierenden Unähnlichkeitsbewertungen und dem Verhältnis zu gleichen Distanzen bei gleichen Bewertungen. Die Tie-Paarung $\hat{d}_{21} = \hat{d}_{42}$ bedingt nicht, dass $\hat{d}_{21} \geq \hat{d}_{31} = \hat{d}_{41} \geq \hat{d}_{42}$. Es ist somit nicht notwendig, Tie-Paarungen in gleichen Distanzen abzubilden.

Secondary-Approach: In der sekundären Anpassung werden Tie-Paarungen $\hat{d}_{21} = \hat{d}_{42}$ in gleiche Distanzen überführt. Für korrespondierende Unähnlichkeitsbewertungen gilt die Verhältnisgleichheit $\hat{d}_{21} \geq \hat{d}_{31} = \hat{d}_{41} \geq \hat{d}_{42}$ der entsprechenden Konfigurationsdistanzen.

4.5 Individual Weights on fixed Dimensions

Dieses Three-Way MDS-Modell in SMACOF berechnet aus k individuellen $n \times n$ Unähnlichkeitsmatrizen $(\delta_{ij,k})$ die individuellen Konfigurationsmatrizen X_k mit linearen Restriktionen an eine gemeinsame Konfiguration G durch folgende Gleichungsbedingung:

$$\mathbf{X}_k = \mathbf{G}\mathbf{W}_k \quad (42)$$

Die individuellen Konfigurationen \mathbf{X}_k sind durch \mathbf{W}_k diagonale Dimensionsgewichtungsmatrizen an eine gemeinsame Konfiguration \mathbf{G} , den sogenannten "Group Stimulus Space", gebunden. \mathbf{W}_k entspricht einer $m \times m$ Matrix mit: $m = \text{Anzahl der Dimensionen}$, die in den Dimensionen der gemeinsamen Konfiguration \mathbf{G} individuell zu \mathbf{X}_k gewichtet werden.

Für das gewichtete euklidische Modell müssen die Unähnlichkeitsbewertungen $\delta_{ij,k}$ zwischen den Bewohnern i und j von k individuellen Bewertungen durch die Distanzen $d_{ij,k}$ angepasst werden (vgl. Borg, Groenen, 2005, S. 474):

$$d_{ij,k}(\mathbf{G}\mathbf{W}_k) = \sqrt{\sum_{a=1}^m w_{aa,k}^2 (g_{ia} - g_{ja})^2} \quad (43)$$

Die Stressfunktion $\sigma_r(X_1, \dots, X_k)$ kann an die Stressfunktion (17) angepasst werden:

$$\sigma_r(X_1, \dots, X_k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i < j} w_{ij,k} \left(\delta_{i,j} - d_{i,j}(X) \right)^2 \quad (44)$$

Die zu minimierende Stressfunktion (44) enthält jetzt die Restriktionen des Gleichungssystems $\mathbf{X}_k = \mathbf{G}\mathbf{W}_k$. Der Minimierungsprozess der MDS kann als $\mathbf{Kn} \times \mathbf{Kn}$ Unähnlichkeitssupermatrix (Δ^*) betrachtet werden.

$\Delta_k = \mathbf{K}$ (Unähnlichkeitsmatrizen in der Trace, die anderen Blöcke fehlen)

$\mathbf{X}^* = \mathbf{X}_k$ (individuelle Konfigurationsmatrizen)

$$\Delta^* = \begin{bmatrix} \Delta_1 & & & \\ & \Delta_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & \Delta_k \end{bmatrix} \text{ und } X^* = \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_k \end{pmatrix} \quad (45)$$

Die Restriktionen in $X_k = \mathbf{G}\mathbf{W}_k$ können wie folgt in die Majorisierungsungleichung (34) eingegliedert werden:

$$\eta_\delta^2 + \text{trace } X^T V X - 2 \text{trace } X^T B(Z)Z = \tau(XZ) \quad (46)$$

Die Ungleichung für $\sigma_r(X^*)$ geht auf, wenn $X^* = Z^* = \tau(X^* X^*)$ ist. Wir definieren die Guttman-Transformation $\bar{X}^* = V^+ B(Z)Z$ von Z^* :

$$\begin{aligned} \tau(X^* Z^*) &= \eta_{\Delta^*}^2 + \text{trace } X^T V X - 2 \text{trace } X^T V \bar{X}^* \\ &= \eta_{\Delta^*}^2 + \text{trace}(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*)^T V^* (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*) - \text{trace} \bar{\mathbf{X}}^* V \bar{\mathbf{X}}^* \end{aligned} \quad (47)$$

Aus der Funktion (47) geht hervor, dass nur der zweite Term eine Abhängigkeit für \mathbf{X} bildet. Der erste und der letzte Term bilden eine Konstante. Um ein constrained Update für die Restriktionen in \mathbf{X} zu finden, muss

$$\text{trace}(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*)^T V^* (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*) \quad (48)$$

vor jedem Iterationsschritt durch eine unconstrained Guttman-Transformation minimiert werden. Im darauffolgenden Schritt wird für \mathbf{X} ein Update ermittelt, das die Funktion (48) minimiert unter Berücksichtigung der Constraints minimiert. Die Matrix V^* ist eine blockdiagonale Matrix mit nJ Blöcken und $J = I - \mathbf{n}^{-1}\mathbf{1}\mathbf{1}^T$ eine Zentrierungsmatrix ist. Die

Minimierung von $\text{trace}(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*)^T V^* (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}^*)$ kann im zweiten Schritt zur Berechnung von $\mathbf{X}_k = \mathbf{G}\mathbf{W}_k$ durch folgende Abbildungen ersetzt werden:

$$\sum_k \text{trace } n(\mathbf{X}_k - \bar{\mathbf{X}}_k)^T J (\mathbf{X}_k - \bar{\mathbf{X}}_k) = \sum_k \text{trace } n(\mathbf{G}\mathbf{W}_k - \bar{\mathbf{X}}_k)^T (\mathbf{G}\mathbf{W}_k - \bar{\mathbf{X}}_k)$$

(49)

4.6 PBM Bewohnerdaten

Die aussagekräftigsten Pflegeleistungszeitmodelle der PiSaar-Studie beinhalten Interaktionsterme zwischen bewohnerbezogenen und organisationsbezogenen Variablen. 37 von den insgesamt 45 Organisationsvariablen beziehen sich auf den Themenbereich „Personalanzahl, -zeit nach Qualifikationen und Funktionen“. Die variierenden Personalressourcen in den verschiedenen Pflegeeinrichtungen wirken sich auf die Gestaltung der Dienstpersonalstruktur hinsichtlich der Qualifikation, Schichtbesetzung und Arbeitsabläufe aus und beeinflussen somit die Pflege- und Betreuungszeiten der einzelnen Bewohner (vgl. Brühl, Planer, 2013, S. 65).

Im Rahmen der PiSaar-Studie wurde ein MARS-Modell der Pflegeleistungszeit berechnet, das sich ausschließlich auf Bewohnermerkmale der Pflegebedürftigen bezieht, ohne den Zusammenhang zu den Organisationsmerkmalen herzustellen. Dieses Modell wird als PiSaar-Bewohnermodell (PBM) bezeichnet. Das PBM wird als kurz- bis mittelfristige Strategie ausgewiesen, die eine Möglichkeit bietet, Verteilungen von Personalressourcen systematisch weiterzuentwickeln.

Das PBM weist ein generalisiertes R^2 von 0,62 auf und erklärt damit 62 % der Pflegeleistungszeit, indem es die Leistungszeit senkenden und die Leistungszeit erhöhenden Bewohnervariablen und deren Interaktionen identifiziert (vgl. Brühl, Planer, 2013, S. 68).

Diese Bewohnervariablen wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung als zugehörige Strukturierungsmerkmale der Bewohner erhoben, um die Identifizierung von Wahrnehmungsdifferenzen zwischen den Bewohnern durch die Beurteilungen der befragten Pflegenden zu ermöglichen. Eine angemessene Beschreibung der Wahrnehmungsdifferenzen setzt zunächst eine Differenzierung der Bewohnermerkmale voraus. Die Bewohnervariablen können nach den folgenden Themenbereichen in **Abbildung 3** strukturiert werden:

PiSaar- Bewohnermodell 1
Geburtsdatum
* verbale Kommunikation möglich
* verständliche Äußerung möglich
* Handlungsanweisungen umsetzen
* gutes Langzeit-Gedächtnis
* Nutzung Rufanlage
* herausforderndes Verhalten
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil
* benötigt emotionale Unterstützung
* Entscheidungen treffen
* freiheitsentziehende Maßnahmen
* Hinlauftendenz
* Örtlich orientiert
* Regelmäßige Angehörigenbesuche
* ohne Hilfe sitzen bleiben
* ohne Hilfe stehen bleiben
* ohne Hilfe gehen
* umfängliche Lageveränderung im Bett
* Transfer aus Bett selbständig
* Kontraktur/Spastik
* selbständige Toilettennutzung
* ungewollter Urinverlust
* ungewollter Stuhlverlust
* Vorlagen
* Diarrhoe
* Obstipation
* Blasendauerkatheter
* essen selbständig
* Mundgerechte Zubereitung selbständig
* trinken selbständig
* Dehydration
* Erbrechen
* hohe Gewichtsabnahme
* Sondenernährung
* waschen am Becken mit personeller Hilfe
* selbständige Intimhygiene
* Oberbekleidung alleine anziehen
* über 3 Stunden Schlaf am Tag
* Nachtruhe
* Ärztliche Verordnung
* Begleiten der Arztvisite
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen
* andere therapeutische Leistung
* Wundversorgung groß
* Injektionen
* Pneumonie-Risiko
* Risiko Dehydratation
* Thrombose Risiko
* Dekubitus
* Parkinson
* Tracheostoma
* Ulcus Cruris
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems
* Andere Erkrankungen der Harnwege
* Andere Erkrankungen der Haut
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems
* Verschlechterter Krankheitszustand
Summe Pflegeminuten(24 h)
Pflegestufe
Datum der Datenerfassung
Hilfsmittel
relevante Krankheitsbilder

Psychosoziale/ Kognitive Bewohnermerkmale

Mobilitätsmerkmale

Selbstversorgungsmerkmale

Med./ diagnostische Bewohnermerkmale

Abbildung 3: Strukturierung durch themenbezogene Zugehörigkeit der PBM

Die themenbezogenen Bereiche können folgendermaßen beschrieben werden:

Psychosoziale/kognitive PBM: Die Bewohnermerkmale, die diesem Themenbereich zugeordnet sind, beziehen sich auf grundlegende Kommunikations-, Verständigungs- und Verständnisfähigkeiten. Ferner beziehen sich einige der zugeteilten PBM auf soziale Interaktionen und angemessenes situatives Verhalten der Bewohner.

Mobilitäts-PBM: Diese PBM beziehen sich auf grundlegende Bewegungs- und Mobilitätsfähigkeiten; insbesondere auf solche, die im alltäglichen pflegerischen Umgang mit dem Pflegepersonal relevant sind, weil sie unmittelbaren Einfluss auf die Selbstversorgung der Bewohner haben.

Selbstversorgungs-PBM: Die Selbstversorgungsmerkmale sind alle PBM, die sich auf alltägliche Handlungsabläufe beziehen, welche von den Bewohnern nicht eigenständig vollzogen werden können. Sie erklären sich teilweise aus den Mobilitäts- und psychosozialen/kognitiven PBM. Einige dieser PBM sind nicht trennscharf von den medizinischen und diagnostischen PBM abzugrenzen. So bestehen zwischen den PBM *Diarrhoe, Sondenernährung und Dehydration* unmittelbare Zusammenhänge zur Selbstversorgung, weshalb sie diesen Merkmalen zugeordnet wurden. Die Zuordnung ist aber auch zu den medizinischen und diagnostischen PBM denkbar.

Medizinische und diagnostische PBM: Hierzu sind im Wesentlichen sich manifestierende, versorgungsrelevante Krankheitsbilder zugeordnet.

Die themenbezogene Zuordnung der PBM dient als Interpretationshilfe der dimensionalen Raumaufteilungen für die Multidimensionale Skalierung der Bewohner in dieser Untersuchung. Die PBM (bewohnerbezogenen Informationen) sind als Orientierungshilfen zu verstehen, aus denen sich Definitionen für die Raumdimensionen ableiten lassen.

Aus zwei Gründen sollten die auf dieser Basis abgeleiteten Interpretationen und Definitionsansätze nicht als exakte Richtwerte in der räumlichen MDS-Strukturierung überbewertet werden:

- Die eindeutige Zugehörigkeit zu einem Themenbereich ist nicht für alle PBM gleichermaßen gegeben. Beispielsweise beziehen sich die PBM *Freiheitsentziehende Maßnahmen, Hinlauftendenz und örtlich orientiert* in der Abbildung auf den psychosozialen/kognitiven Themenbereich, sind aber nicht trennscharf von dem Themenbereich Mobilität abzugrenzen.

- Das zweite Problem bezieht sich auf die räumliche Anordnung der Bewohner in der MDS-Konfiguration. Es ist unwahrscheinlich, dass sich Bewohner eindimensional konfigurieren, also „rein“ in einer Dimension vergleichen lassen. Daher ist eine eindimensionale Interpretation in einer mehrdimensionalen Abbildung nur bedingt möglich.

Um der Gefahr einer möglichen Fehlbeurteilung der statistische Ergebnisse aus den zuvor genannten Gründen entgegenzuwirken, wurden die MDS-Ergebnisse in einer abschließenden Evaluationsrunde mit dem Pflegepersonal diskutiert. Die Ergänzungen und Anmerkungen sind für die Interpretationen in der Auswertung berücksichtigt.

4.7 Ethische Dimensionen der Untersuchung

Zu Zeiten des dritten Reichs (1933-1945) wurden zahlreiche Menschenrechtsverletzungen für medizinische Zwangsexperimente in der Humanforschung begangen. Seitdem steht die Wahrung der Menschenwürde an erster Stelle in der deutschen Verfassung und ist unter forschungsethischen Grundsätzen für Humanexperimente zu berücksichtigen. (vgl. Schnell/Heinritz, 2006, S. 14).

Es gibt **acht forschungsethische Prinzipien**, die zu beachten sind:

- Begründung der Notwendigkeit der Forschung
- Erklärung des Forschungszieles
- Das methodische Vorgehen muss expliziert werden.
- Abschätzung der ethisch relevanten positiven oder negativen Folgen für Probanden
- Vor Beginn der Forschung müssen mögliche Verletzungen und Schäden für Probanden abgeschätzt werden.
- Der Forscher darf keine falschen Aussagen über den Nutzen seiner Studie abgeben.
- Die geltenden Datenschutzbestimmungen müssen beachtet werden. (vgl. Schnell/Heinritz, 2006, S. 21ff.)

4.8 Datenschutz

Eine wichtige Verantwortungspflicht bei der Erhebung von personenbezogenen Daten liegt darin, die geltenden Datenschutzbestimmungen zu beachten (vgl. Schnell/Heinritz, 2006, S. 23). Zwei grundlegende Vorkehrungen zur Gewährleistung des Datenschutzes werden in den folgenden Abschnitten kurz beschrieben.

Allen Probanden dieser Studie wurde persönlich zugesichert, dass alle Informationen, welche Rückschlüsse auf die eigene Person liefern könnten, **anonymisiert** werden. Dazu wurden alle Namen der Teilnehmer mit einer Identifikationsnummer kodiert, wodurch keine direkten Rückschlüsse auf die Identität möglich sind.

Ferner wurde von jedem Teilnehmer eine informierte Zustimmung eingeholt. Die **informierte Zustimmung** ist die bewusste Bejahung einer Person oder ihres bevollmächtigten Vertreters, als Proband an einem Forschungsprojekt teilzunehmen. Damit ein Proband ausreichend über die Studie aufgeklärt werden kann, ist dieser schriftlich und mündlich zu dem Untersuchungsvorhaben zu informieren (vgl. Fuchs u.a., 2010, S. 67).

Das Ziel einer informierten Zustimmung ist, zu verhindern, dass ein Mensch durch das Forschungsvorhaben instrumentalisiert wird. Durch die freiwillige Einwilligung in Folge einer informierten Zustimmung wird gewährleistet, dass die Probanden die Möglichkeit haben, als interessierte „Subjekte“ am Forschungsvorhaben partizipieren zu können.

Die Maßnahmen zu den forschungsethischen Prinzipien und den Datenschutzbestimmungen werden in den nachfolgenden Kapiteln zur empirischen Untersuchungsdurchführung und zum Ablauf der Datenerhebung entsprechend benannt.

4.9 Projektdurchführung der empirischen Untersuchung

Das Projekt der vorliegenden Arbeit wurde durch den Landesverband der AWO Saarland in Auftrag gegeben. Für das Projekt wurden zwei Wohnbereiche aus den zwei Einrichtungen Merchweiler (St.Barbara) und Riegelsberg (St. Josef) ausgewählt. Der Projektauftrag und die entsprechende Projektbeschreibung sind im Anhang 1 aufgeführt.

Die Untersuchung prüft die Dimensionen des PiSaar-Bewohnermodells. Das PiSaar-Bewohnermodell besteht aus Bewohnermerkmalen, beziehungsweise aus Kombinationen

solcher Variablen, die den Zeitbedarf der Pflegeaufwendungen einrichtungsübergreifend erklären. Die einzelnen Bewohnermerkmale sind aus der **Abbildung 3** zu entnehmen.

Der Fokus wurde hierzu auf die Einschätzungen der Pflegebedürftigen durch die professionell Pflegenden gelegt. Dazu wurden Paarvergleiche von jeweils **16 Pflegebedürftigen** für eine Multidimensionale Skalierung angestellt, die durch jeweils **fünf Pflegende** hinsichtlich ihrer Pflegebedürftigkeit relational zueinander eingeschätzt wurden.

Den Pflegenden wurden keine Bewertungskriterien, Hinweise oder theoretische Grundlagen vorgegeben, nach denen ihre Einschätzungen erfolgen sollten. Die Anweisungen zur Fragebogenauswertung bestanden lediglich darin, die Einschätzungen der Pflegebedürftigkeit nach den persönlichen theoretischen Überlegungen festzulegen. Die Fragebögen wurden von den teilnehmenden Pflegekräften unabhängig ausgefüllt. Sowohl vor der Befragung als auch währenddessen fand kein Austausch zwischen den Pflegekräften hinsichtlich ihrer Einschätzungen zu den Pflegebedürftigen statt. Eine angegliche Bewertungstrategie in Form einer Vorbesprechung war ausgeschlossen.

Zielsetzung der Arbeit ist eine explorative Analyse der Dimensionen von Pflegebedürftigkeit. Dieser Ansatz kann als Voruntersuchung für weiterführende Arbeiten verstanden werden, um die bislang undefinierten Subkonstrukte und ihre Relationen im mehrdimensionalen Gesamtkonstrukt der Pflegebedürftigkeit theoretisch weiterzuentwickeln. Für eine Differenzierung der Subkonstrukte von Pflegebedürftigkeit sind zunächst Kenntnisse der zugrundeliegenden Konstruktdimensionen notwendig.

Als Skalierungsverfahren wurde ein IndDiff-Modell aus dem R-Package SMACOF angewandt. Die methodische Beschreibung ist in **Kapitel 4.6** zusammengefasst. Dieses Modell eignet sich gut für eine explorative Analyse der Dimensionierung eines theoretischen Konstrukts. Das Modell $X_k = GW_k$ überführt die einzelnen Bewertungen von X_k Teilnehmern über die Analyse der gemeinsamen Ausprägung von Tendenzen in den Ähnlichkeitsbewertungen in ein einheitlich dimensioniertes Konstrukt. Durch die individuell unterschiedlichen Gewichtungen werden die Abweichungen der einzelnen Teilnehmerbewertungen zum Gesamtmodell ersichtlich. Die Auswertungen konnten anschließend in einem Gruppengespräch evaluiert werden. Dabei wurden die zugrundeliegenden Wahrnehmungsunterschiede von abweichenden Einzelbewertungen besprochen und konnten in der Auswertung berücksichtigt werden.

Für die grafischen Interpretationen der MDS-Konfiguration (Bewohner) wurden die Bewohnermerkmale des PiSaar-Bewohnermodells als Referenzdaten mit den Einschätzungen der Pflegenden verglichen. Daraus ließ sich ermitteln, inwiefern die subjektiven Wahrnehmungen der Pflegebedürftigkeit von Pflegenden Parallelen zu den zeiterklärenden Bewohnermerkmalen aufweisen. Hierdurch wurden Dimensionen der Pflegebedürftigkeit ersichtlich, die sich durch die PiSaar-Bewohnermerkmale interpretieren ließen. Im wechselseitigen Erkenntnisinteresse ließen sich Informationen zur Struktur der PBM sammeln, die Hinweise auf eine weitere Ausdifferenzierung der PBM geben.

4.10 Stichprobe

Die potentiellen Probanden aus den AWO Saarland Seniorenresidenzen St. Babara und St. Josef wurden über einen so langen Zeitraum angefragt, bis die benötigte Stichprobengröße von **jeweils 16 Bewohnern** erreicht wurde. Die Auswahlkriterien wurden gezielt festgelegt, weshalb man die Stichproben als theoretische Stichproben bezeichnen kann (vgl. Bortz, Schuster, 2010, S. 82). Die Einschätzung der Kriterien oblag den Wohnbereichsleitungen, die in ihren Wohnbereichen die Bewohner und die teilnehmenden Pflegekräfte kontaktierten. Die potentiellen Teilnehmer wurden mündlich und schriftlich über das Untersuchungsvorhaben informiert. Alle Teilnehmer bestätigten ihre informierte Einwilligung schriftlich zur Untersuchungsteilnahme über den **Anhang 2**. Diese Vorgehensweise wurde eingehend mit der Projektleitung und den Kooperationspartnern besprochen. Die Auswahlkriterien für die pflegebedürftigen Bewohner beziehen sich auf folgende Dimensionen:

- Die Probanden müssen freiwillig an der Studie teilnehmen.
- Sie müssen von den Pflegefachkräften, die an der Bewertung teilnehmen, regelmäßig versorgt werden.
- Die Probanden sollten eine größtmögliche Vielfalt in den Referenzdaten (PBM, soziografische Merkmale, Pflegestufen) abbilden, um ein weites Spektrum von Pflegebedürftigkeit abzudecken.

Der dritte Punkt der Auswahlkriterien ist durch die Zielsetzung für eine explorative Analyse der Pflegebedürftigkeit in der MDS-Anwendung sinnvoll. Für die explorative MDS-Analyse

der Pflegebedürftigkeit gilt: Je differenzierter sich die Bewohner abbilden lassen, desto besser können die Unterschiede zwischen den Bewohnermerkmalen über die räumliche Anordnung der Bewohnerkonfiguration analysiert werden.

Eine interpretierbare Lösung wäre gegeben, wenn die Referenzdaten (PBM, pflegerelevante Diagnosen, soziografische Merkmale) der Bewohner die räumliche Aufteilung einer MDS-Bewohnerkonfiguration sinnvoll erklären ließen. Um gute Voraussetzungen für die Interpretationen einer differenzierten MDS-Bewohnerkonfiguration über die PBM und Referenzdaten zu gewährleisten, wurde bewusst eine inhomogene Bewohnerstichprobe ausgewählt. Die Bedürftigkeitsunterschiede und Versorgungsvielfalt der zwei Bewohnerstichproben sind den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen.

Die Dimensionen der MDS-Bewohnerkonfiguration beschreiben den Theorieraum für Pflegebedürftigkeit. Die Raumaufteilungen der Hauptdimensionen bilden den potentiellen Konstruktionsraum für die darin abbildbaren theoretischen Strukturen. Aus diesen Sinnbezügen bedingt sich eine räumliche Begrenzung der theoretisch abbildbaren Differenzierungen, über die einige Theorieelemente möglicherweise nicht ausreichend abgebildet werden können.

Der Vorteil einer gezielten Bewohnerauswahl mit verschiedenen Pflegebedürftigkeitsmerkmalen und Bedürfnisprägungen besteht darin, dass sich eine repräsentativere Raumstruktur der Pflegebedürftigkeit abbildet. Möglicherweise erhält man eine allgemeinere Dimensionierung für die theoretische Konstruktion des Pflegebedürftigkeitsbegriffs.

Die Fragebögen wurden von jeweils **vier Pflegefachkräften** und der **jeweiligen Wohnbereichsleitung** bewertet. Die Auswahlkriterien für die teilnehmenden Pflegefachkräfte können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Die Teilnahme an der Fragebogenbewertung erfolgt freiwillig.
- Die Teilnahme richtet sich an beruflich qualifizierte Pflegefachkräfte, die im regelmäßigen Pflegebetreuungsverhältnis zu den Bewohnern stehen müssen.

PI Saar-Bewohnermodell 1	A 01B	A 02B	A 03B	A 04B	A 05B	A 06B	A 07B	A 08B	B 01B	B 02B	B 03B	B 04B	B 05B	B 06B	B 07B	B 08B
Geburtsdatum	w 1927	m 1936	m 1939	m 1925	w 1925	m 1928	m 1926	w 1925	w 1927	w 1929	m 1958	m 1936	w 1935	m 1927	w 1935	w 1920
1 * verbale Kommunikation möglich	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 * verständliche Äußerung möglich	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 * Handlungsanweisungen umsetzen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 * gutes Langzeit-Gedächtnis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5 * Nutzung Rufanlage	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6 * herausforderndes Verhalten	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7 * nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8 * benötigt emotionale Unterstützung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 * Entscheidungen treffen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10 * freiheitsentziehende Maßnahmen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11 * Hinlauftendenz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12 * Örtlich orientiert	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13 * Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 * ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15 * ohne Hilfe stehen bleiben	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16 * ohne Hilfe gehen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17 * umfängliche Lageveränderung im Bett	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18 * Transfer aus Bett selbständig	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19 * Kontraktur/Spastik	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20 * selbständige Toilettennutzung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21 * ungewollter Urinverlust	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22 * ungewollter Stuhlverlust	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23 * Vorlagen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24 * Diarrhoe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25 * Obstipation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26 * Blasendauerkatheter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27 * essen selbständig	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28 * Mundgerechte Zubereitung selbständig	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29 * trinken selbständig	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30 * Dehydration	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31 * Erbrechen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32 * hohe Gewichtsabnahme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33 * Sondenernährung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34 * waschen am Becken mit personeller Hilfe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35 * selbständige Intimhygiene	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36 * Oberbekleidung alleine anziehen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37 * über 3 Stunden Schlaf am Tag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38 * Nachtruhe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39 * Ärztliche Verordnung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40 * Begleiten der Arztvisite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41 * regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42 * andere therapeutische Leistung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43 * Wundversorgung groß	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44 * Injektionen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45 * Pneumonie-Risiko	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46 * Risiko Dehydratation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47 * Thrombose Risiko	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48 * Dekubitus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49 * Parkinson	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50 * Tracheostoma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51 * Ulcus Cruris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52 * Andere Erkrankungen des Verdauungssystems	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53 * Andere Erkrankungen der Harnwege	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
54 * Andere Erkrankungen der Haut	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55 * andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
56 * andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57 * Verschlechterter Krankheitszustand	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Summe Pflegeminuten(24 h)	47	120	67	93	102	93	52	60	60	81	85	122	76	52	86	53
Pflegestufe	0	3	2	2	2	2	1	2	1	3	1	2	2	1	1	1
Datum der Datenerfassung	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	17.04.2014	18.06.2014	17.04.2014
Hilfsmittel	Gehwagen	Rollstuhl	Gehwagen	Rollstuhl	Rollstuhl	Gehwagen	kein Hilfsmittel	Gehwagen	Gehwagen	Rollstuhl	kein Hilfsmittel	Rollstuhl	Rollstuhl	Gehwagen	kein Hilfsmittel	Gehwagen
relevante Krankheitsbilder	Demenz	Demenz	Apoplex	Parkinson	Demenz	Demenz	Demenz	Demenz	COPD	Demenz	Alkoholabusus	Apoplex	Demenz	Demenz	Demenz	Demenz
			Parkinson	Apoplex						Epilepsie		Apoplex				

Abbildung 4: PBM und Referenzdaten Merchweiler

PI Saar-Bewohnermodell 1	A01R	A02R	A03R	A04R	A05R	A06R	A07R	A08R	B01R	B02R	B03R	B04R	B05R	B06R	B07R	B08R
Geburtsdatum	w 1935	w 1927	w 1927	w 1938	m 1928	m 1927	w 1936	w 1925	m 1925	w 1926	m 1958	m 1942	m 1936	m 1940	W 1928	W 1923
1 * verbale Kommunikation möglich	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 * verständliche Äußerung möglich	1		1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
3 * Handlungsanweisungen umsetzen	1	1	1			1	1	1		1	1			1	1	1
4 * gutes Langzeit-Gedächtnis	1		1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
5 * Nutzung Rufanlage	1		1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1
6 * herausforderndes Verhalten			1		1							1	1			1
7 * nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
8 * benötigt emotionale Unterstützung		1	1	1				1								
9 * Entscheidungen treffen	1		1		1	1	1		1	1			1	1	1	1
10 * freiheitsentziehende Maßnahmen			1							1	1	1	1			1
11 * Hinlauftendenz				1	1											
12 * Örtlich orientiert	1		1			1	1	1		1	1			1	1	1
13 * Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 * ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1		1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
15 * ohne Hilfe stehen bleiben	1	1		1	1	1	1	1		1			1	1	1	1
16 * ohne Hilfe gehen	1	1		1	1	1	1			1			1	1	1	1
17 * umfängliche Lageveränderung im Bett	1	1		1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1
18 * Transfer aus Bett selbständig	1	1		1	1	1	1	1		1			1	1	1	1
19 * Kontraktur/Spastik			1			1	1	1	1	1	1		1	1		
20 * selbständige Toilettennutzung		1			1	1	1	1		1			1	1	1	1
21 * ungewollter Urinverlust	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1		1
22 * ungewollter Stuhlverlust			1	1	1			1		1	1	1	1			1
23 * Vorlagen	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1
24 * Diarrhoe																
25 * Obstipation			1					1			1	1	1			
26 * Blasendauerkatheter							1									
27 * essen selbständig	1	1				1		1	1	1	1	1		1	1	1
28 * Mundgerechte Zubereitung selbständig		1				1	1			1				1		
29 * trinken selbständig	1	1	1		1	1					1	1		1	1	1
30 * Dehydratation					1											
31 * Erbrechen		1			1							1				
32 * hohe Gewichtsabnahme																
33 * Sondenernährung							1			1						
34 * waschen am Becken mit personeller Hilfe	1					1	1		1	1			1	1	1	1
35 * selbständige Intimhygiene		1				1	1			1				1	1	1
36 * Oberbekleidung alleine anziehen	1	1				1					1			1	1	1
37 * über 3 Stunden Schlaf am Tag		1									1					
38 * Nachtruhe	1						1			1		1				1
39 * Ärztliche Verordnung			1		1		1		1			1	1			1
40 * Begleiten der Arztvisite	1		1		1			1	1		1	1	1	1	1	1
41 * regelmäßige diagnostische Maßnahmen			1	1	1		1			1			1	1		
42 * andere therapeutische Leistung		1			1			1	1	1				1		1
43 * Wundversorgung groß			1										1			
44 * Injektionen		1														1
45 * Pneumonie-Risiko						1		1								
46 * Risiko Dehydratation			1			1		1				1	1			
47 * Thrombose Risiko					1		1	1		1						1
48 * Dekubitus		1														
49 * Parkinson	1															
50 * Tracheostoma		1														
51 * Ulcus Cruris																
52 * Andere Erkrankungen des Verdauungssystems						1		1			1	1				
53 * Andere Erkrankungen der Harnwege			1													
54 * Andere Erkrankungen der Haut			1													
55 * andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	1				1		1	1	1				1		1
56 * andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1	1			1		1			1		1	1		1
57 * Verschlechterter Krankheitszustand				1												
Summe Pflegeminuten(24 h)	70	52	151	85	84	51	78	142	73	111	93	120	69	50	76	75
Pflegestufe	1	1	3	3	1	1	1	2	1	2	3	3	3	1	1	2
Datum der Datenerfassung	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	19.05.2014	23.04.2014	19.05.2014	19.05.2014	08.08.2014	16.05.2014	23.04.2014	23.04.2014
	Rollator	Rollstuhl	Rollstuhl	Toilettenstuhl	O2/Rollator	Rollator	Rollstuhl	Pflegerollstuhl	Osteoporose	Rollstuhl	kein Hilfsmittel	-Pflegerollstuhl	Rollator	Duschstuhl	Rollator	Rollator
	Parkinson	Demenz	Osteoporose	Demenz	Asthma	Apoplex	Demenz	Osteoporose	Rollator	Greifzange	Demenz	Demenz	Apoplexie	Parkinson	Angiopathie	Demenz
										Apoplex					Osteoporose	
										Hypertonie						

Abbildung 5: PBM und Referenzdaten Riegelsberg

4.11 Ablauf der Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte auf zwei unabhängigen Stationen mit jeweils **16 Bewohnern** und **fünf betreuenden Pflegefachkräften**. Die Datenerhebung wurde mit dem Fragebogen im **Anhang 3** durchgeführt und erforderte schätzungsweise zwischen fünfzehn und dreißig Minuten pro Pflegefachkraft. Die Erhebung fand im Anschluss an ein Gruppengespräch statt, in dem die Vorgehensweise zu den Fragebogenbewertungen besprochen wurde.

Die Bewertungsanweisungen enthielten folgende Informationen:

- Die Pflegenden müssen die Möglichkeit haben, während der Beurteilung die Pflegedokumentationen einzusehen, sofern ihnen Informationen zur Einschätzung fehlen (*wurde nicht in Anspruch genommen*).
- Den Pflegenden wurden keine Theorie oder Bewertungskriterien vorgegeben. Die Aufforderung war, die eigenen Kriterien, Theorien als Bewertungsgrundlage umzusetzen.
- Keine Zeitvorgabe für die Bearbeitung
- Selbstständige Bearbeitung, keine Ab- oder Rücksprachen mit den anderen Pflegenden

Im Anschluss an die Erhebung wurde ein Evaluationstermin zur Nachbesprechung der Ergebnisse vereinbart, sodass die persönlichen Rückmeldungen als Ergänzungen zu den statistischen Interpretationen in den Auswertungen berücksichtigt werden konnten.

5. Auswertung

Für die Auswertungen der Daten der beiden Einrichtungen Merchweiler und Riegelsberg wurde jeweils eine MDS- IndDiff Analyse durchgeführt. Die räumlichen Abbildungen der 16 Bewohner wurden in 3D-Scatterplots dargestellt.

Für die Interpretation der räumlichen Dimensionen wurden zunächst die PBM-Daten der abgebildeten Bewohner verglichen. Dazu sind gezielt Bewohnerpaarungen gegenübergestellt, die sich über die maximale Distanz in jeweils einer der Dimensionen unterscheiden und nur minimale Distanzausprägungen in den anderen Dimensionen haben. So ist gewährleistet, dass die räumliche Distanz hauptsächlich auf die Unterscheidung in der zu interpretierenden Dimension zurückzuführen ist. Die Dimensionen wurden dann über die Unterschiede in den PBM-Daten der gegenübergestellten Bewohnerpaarungen interpretiert und anschließend definiert. Abschließend wurden diese Ergebnisse in der Nachbesprechung mit den Pflegenden der jeweiligen Einrichtungen vorgestellt besprochen. Durch die Rückmeldungen der Pflegenden zu den MDS-Bewohnerkonstellationen konnten einige Ergänzungen und Erklärungen in die Auswertungen einfließen, die sich nicht aus den PBM-Daten schlussfolgern ließen. Über die qualitative Modellevaluierung konnten Informationen zu den individuellen Bewertungsunterschieden zwischen Pflegenden sowie Hintergrundwissen zu widersprüchlichen Bewertungen von einzelnen Bewohnern aufgenommen werden. Die Ergebnisse der Analysen werden in diesem Kapitel an den grafischen Abbildungen der Scatterplots, den individuellen Gewichtungswerten der Pflegenden und den Darstellungen der Modellgüte vorgestellt.

5.1 Auswertung Merchweiler

In der nachfolgenden **Abbildung 6** ist die SMACOF-Ausgabe des berechneten MDS- IndDiff-Modells aus Merchweiler abgebildet: Als Gütekriterium der Konfiguration ist Kruskals STRESS 1-Wert angegeben.

Call:

```
smacofIndDiff(delta = InddiffB, ndim = 3, type = c("ordinal"),  
constraint = c("indsca1"), weightmat = NULL, init = NULL,  
ties = "primary", verbose = FALSE, modulus = 1, itmax = 5000,  
eps = 1e-10)
```

```
Model: Three-way SMACOF  
Number of objects: 16  
Stress-1 value: 0.3411981  
Number of iterations: 5000
```

Abbildung 6: Modelloutcome R Merchweiler

Der STRESS-1-Wert berechnet sich als Wurzel aus der Summe der quadrierten Abweichungen der Disparitäten und der Distanzen, geteilt durch die Summe der quadrierten Distanzen. Damit ist STRESS 1 ein normiertes Varianzmaß, das die Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann.

$$STRESS\ 1 = \left(\frac{\sum_{i < j} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i < j} d_{ij}^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Abbildung 7: Kruskals Stress 1

Grundsätzlich gilt: Je geringer der Stress-1-Wert, desto besser die Anpassung der Bewohnerkonfiguration an die Originaldaten. Der Stress-1-Wert des IndDiff-Modells beträgt **0,3411**. Das deutet gemäß der Stress-1-Anhaltswerte auf eine geringere Modellgüte hin. Für die Modellgüte in dieser Untersuchung sind die Ausgangslage und die Bewertungsbedingungen zu berücksichtigen. Es handelt sich um ein aggregiertes Beurteilungsmodell von fünf Pflegenden zu dem komplexen Untersuchungsgegenstand der Pflegebedürftigkeit. Im Vorfeld der Datenerhebung wurden keine gemeinsamen

Beurteilungskriterien oder Theoriebezüge vorgegeben, die einen einheitlichen Orientierungsrahmen ermöglicht hätten. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Pflegenden unterschiedliche Aspekte der Pflegebedürftigkeit in ihren Bewertungen berücksichtigen würden oder die Bewohner grundlegend verschieden einschätzen, war hoch.

Das Erkennen einer dimensional übereinstimmenden Tendenz in der Struktur der Bewertungen ist für die Ausgangslage durchaus als gutes Ergebnis zu interpretieren.

Bei der Betrachtung des Shepard Diagramms, das die aggregierten Unähnlichkeitsbewertungen der Pflegenden im Verhältnis zu den aggregierten Konfigurationsdistanzen abbildet, ist eine monotone Steigung sichtlich zu erkennen.

Durch die Evaluation in der Nachbesprechung konnten zudem individuelle Abweichungen in der Bewertungsstruktur zwischen den Pflegenden und anteilige Bewohner-Stresswerte erklärt werden. Die räumliche Abbildung und die Interpretationen der Grunddimensionen für die gemeinsame Konfiguration, die im Fokus dieser Untersuchung stehen, fand bei den Pflegenden einheitlich Zustimmung.

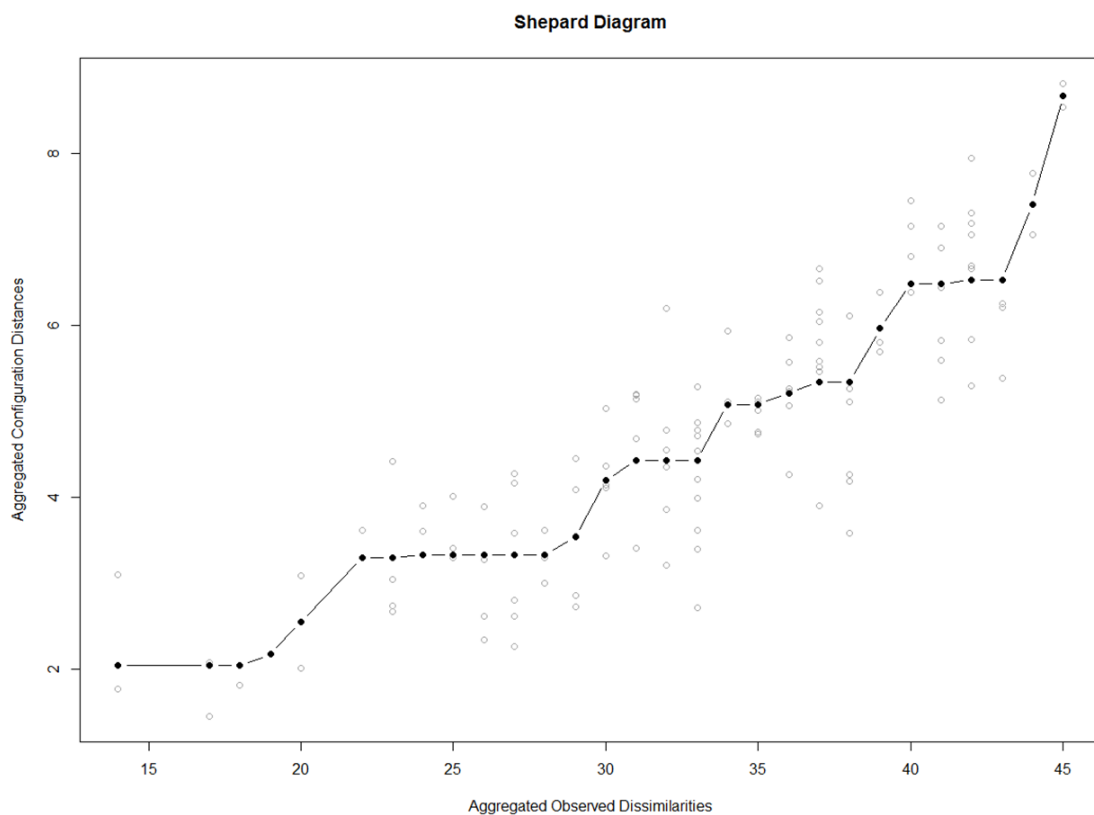


Abbildung 8: Shepard Diagramm Merchweiler

Interpretation der ersten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohner **A01B** und Bewohner **A02B** in der **Dimension 1** ist in **Abbildung 9** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **A01B**, die sich über die positive Ausprägung in der **Dimension 1** von den PBM des Bewohners **A02B** unterscheiden.

Vergleicht man die Bewohner in den PBM, dann ist die **Dimension 1** eine komplexe Dimension, die sich auf die Bereiche der **Kognition, Mobilität und der Selbstversorgung** bezieht. Beide Bewohner unterscheiden sich maßgeblich in ihrer Ausprägung der Pflegebedürftigkeit. Bewohner **A02B** ist stark pflegebedürftig und Bewohnerin **A01B** nahezu selbstständig. Vergleichbare Unterscheidungen weist auch die Bewohnerpaarungen **B02B** und **B08B** auf, die sich auch stark über die erste Dimension differenzieren. Bei der Betrachtung der Pflegestufen und der Pflegeleistungszeiten der Bewohner **A02B** und **B02B** ist zu erkennen, dass die **Dimension 1** den Grad der Pflegebedürftigkeit und die gemessene Pflegeleistungszeit unterscheidet.

PI Saar-Bewohnermodell 1	A 01B	A 02B
Geburtsdatum	w 1927	m 1936
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	
* Nutzung Rufanlage	1	
* herausforderndes Verhalten		
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung		
* Entscheidungen treffen	1	
* freiheitsentziehende Maßnahmen		
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	
* Regelmäßige Angehörigenbesuche		
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	
* ohne Hilfe gehen	1	
* umfängliche Lageveränderung im Bett	1	
* Transfer aus Bett selbständig	1	
* Kontraktur/Spastik		1
* selbständige Toilettennutzung	1	
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust		1
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe		
* Obstipation		1
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig	1	
* Mundgerechte Zubereitung selbständig	1	
* trinken selbständig	1	
* Dehydratation		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe	1	
* selbständige Intimhygiene	1	
* Oberbekleidung alleine anziehen	1	
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		
* Nachtruhe	1	1
* Ärztliche Verordnung		
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1
* andere therapeutische Leistung		
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko		
* Dekubitus		
* Parkinson		
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems		1
* Andere Erkrankungen der Harnwege	1	
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats		1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten(24 h)	47	120
Pflegestufe	0	3
Datum der Datenerfassung	41746	41746
Hilfsmittel	Gehwagen	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Demenz	Demenz

	D1	D2	D3
A01B	0.70107909	-0.13521950	0.001168447
A02B	-0.87314282	-0.29097670	-0.105097020
A03B	0.23694654	0.49340073	0.031563072
A04B	0.21121543	0.20344942	-0.470989093
A05B	-0.23536993	-0.43465818	-0.393482042
A06B	-0.15807561	-0.27986404	0.410307655
A07B	0.41501500	0.14316209	0.385665594
A08B	0.50866142	-0.08607593	0.185728102
B01B	0.74665566	0.38933321	-0.168446742
B02B	-0.71458339	-0.52300307	0.157780801
B03B	-0.55204130	0.10532547	0.412199136
B04B	-0.37660959	0.16185771	-0.391118916
B05B	-0.08382633	-0.50239794	-0.084365119
B06B	-0.44350333	0.35066931	0.025257627
B07B	-0.08412447	0.30992026	0.275124350
B08B	0.70170363	0.09507715	-0.271295851

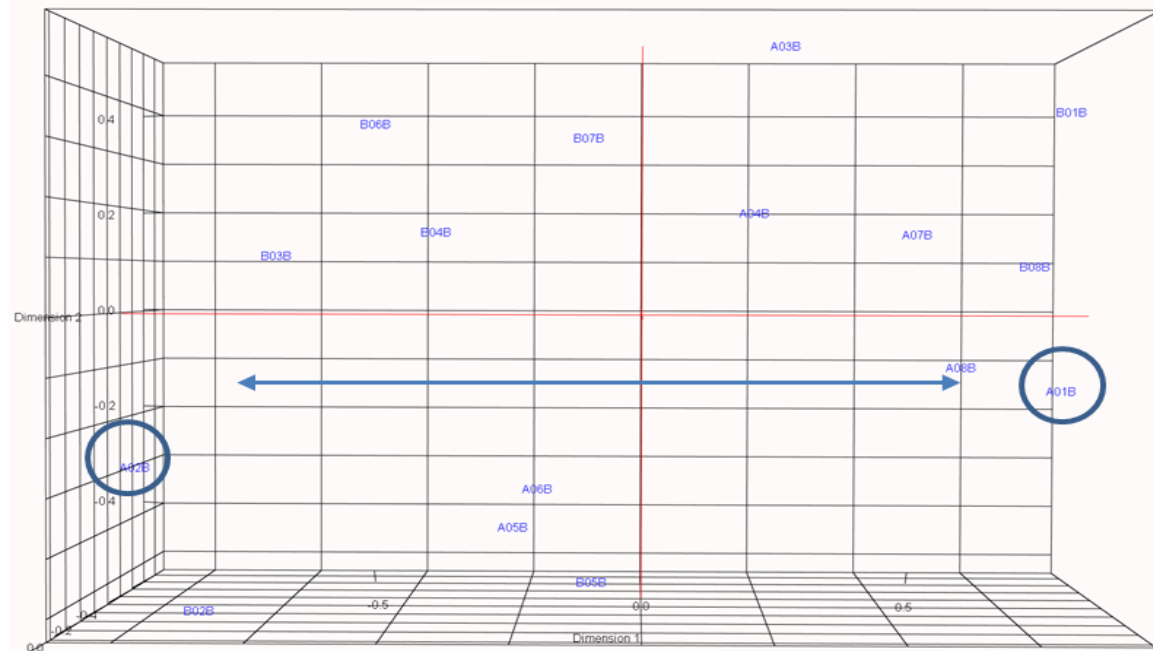


Abbildung 9: Erste Dimension Merckweiler

Interpretation der zweiten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohner **A03B** und Bewohnerin **B05B** in der **Dimension 2** ist in **Abbildung 10** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **A03B**, die sich über die positive Ausprägung in der **Dimension 2** von den PBM der Bewohnerin **B05B** unterscheiden.

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten zeigt einen deutlichen Unterschied in den Mobilitätsmerkmalen (ohne Hilfe sitzen bleiben, ohne Hilfe stehen bleiben, ohne Hilfe gehen, umfängliche Lageveränderung im Bett), sodass die Interpretation einer Mobilitätsdimension naheliegt. Ein vergleichbarer Unterschied in den Mobilitätsmerkmalen zeigt sich auch bei der Gegenüberstellung der Bewohnerinnen **A05B** und **B07B**. Ferner ist bei beiden Paarungen ein Hilfsmittelunterschied zur Mobilität gegeben. Die in **Dimension 2** positiv skalierte Bewohnerin **B07B** benötigt keine Mobilitätshilfsmittel und der Bewohner **A03B** lediglich einen Gehwagen zur Mobilitätsunterstützung. Die negativ skalierten Bewohner **B05B** und **A05B** sind beide auf einen Rollstuhl angewiesen.

Im Evaluationsgespräch gab es keine weiteren Anmerkungen zu dieser Interpretation. Die **Dimension 2** kann eindeutig als Mobilitätsdimension definiert werden.

PI-Saar-Bewohnersmodell 1	A03B	B05B
Geburtsdatum	m 1939	w 1935
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	1
* Nutzung Rufanlage	1	1
* herausfordern des Verhalten	1	1
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung	1	1
* Entscheidungen treffen	1	1
* freiheitsentziehende Maßnahmen		
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	1
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	1
* ohne Hilfe gehen	1	1
* umfangreiche Lageveränderung im Bett	1	1
* Transfer aus Bett selbständig	1	1
* Kontraktur/Spastik		1
* selbständige Toilettennutzung		
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust	1	1
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe	1	1
* Obstipation		1
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig	1	1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig	1	1
* trinken selbständig	1	1
* Dehydratation		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe	1	1
* selbständige Intimhygiene		
* Oberbekleidung alleine anziehen	1	1
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		
* Nachtruhe	1	1
* Ärztliche Verordnung	1	1
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1
* andere therapeutische Leistung		
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		1
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko		
* Dekubitus		
* Parkinson		
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems	1	1
* Andere Erkrankungen der Harnwege		1
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems		1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten(24 h)	67	76
Pflegestufe	2	2
Datum der Datenerfassung	41746	41746
Hilfsmittel	Gehwagen	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Apoplex	Demenz
*	Parkinson	Apoplex

	D1	D2	D3
A01B	0.70107909	-0.13521950	0.001168447
A02B	-0.87314282	-0.29097670	-0.105097020
A03B	0.23694654	0.49340073	0.031563072
A04B	0.21121543	0.20344942	-0.470989093
A05B	-0.23536993	-0.43465818	-0.393482042
A06B	-0.15807561	-0.27986404	0.410307655
A07B	0.41501500	0.14316209	0.385665594
A08B	0.50866142	-0.08607593	0.185728102
B01B	0.74665566	0.38933321	-0.168446742
B02B	-0.71458339	-0.52300307	0.157780801
B03B	-0.55204130	0.10532547	0.412199136
B04B	-0.37660959	0.16185771	-0.391118916
B05B	-0.08382633	-0.50239794	-0.084365119
B06B	-0.44350333	0.35066931	0.025257627
B07B	-0.08412447	0.30992026	0.275124350
B08B	0.70170363	0.09507715	-0.271295851

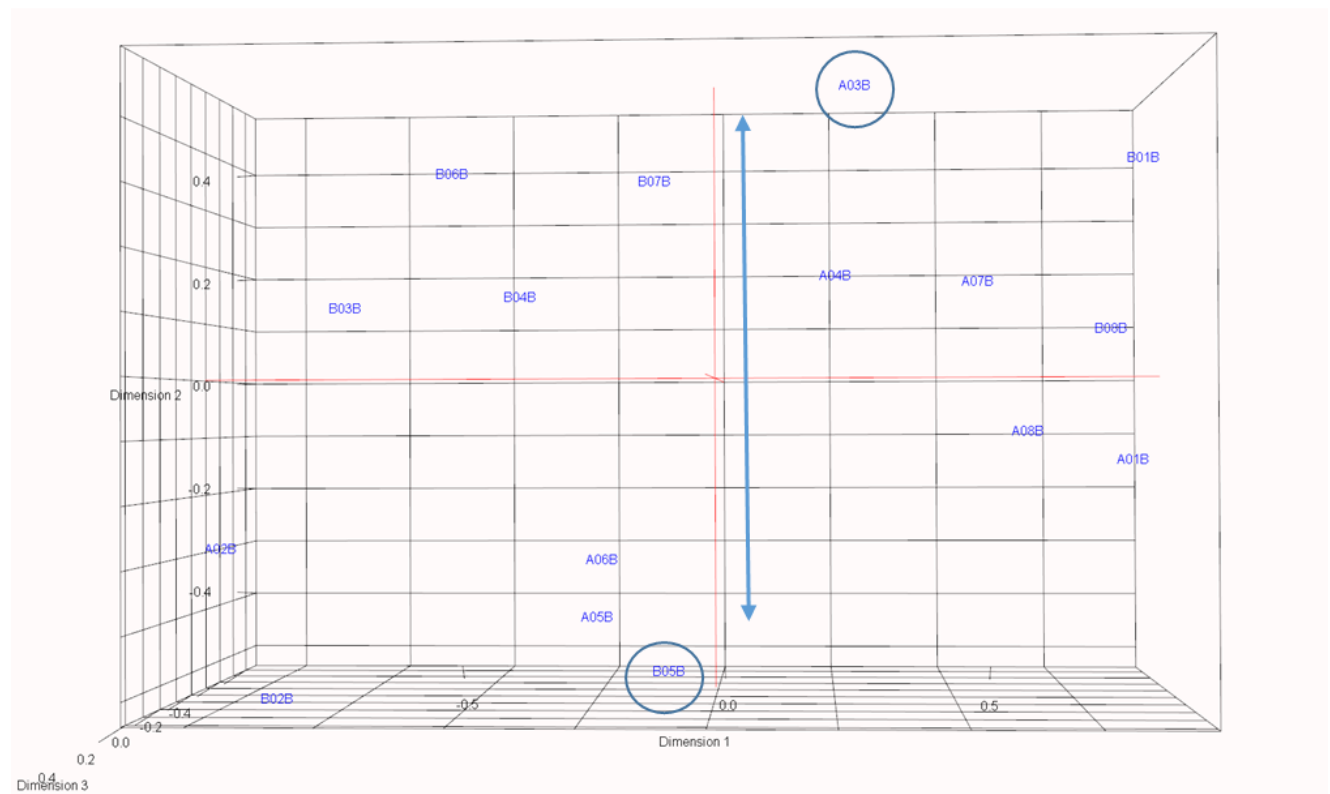


Abbildung 10: Zweite Dimension Merckweiler

Interpretation der dritten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohner **A06B** und Bewohner **A04B** in der dritten Dimension ist in **Abbildung 11** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **A06B**, die sich über die positive Ausprägung in der **Dimension 3** von den PBM des Bewohners **A04B** unterscheiden.

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten zeigt Unterschiede in den Selbstversorgungsmerkmalen (selbstständige Toilettenbenutzung, Oberbekleidung alleine anziehen, Waschen am Becken mit personeller Hilfe), die sich im negativen Bereich der **Dimension 3** als Selbstständigkeitsmerkmale von Bewohner **A04B** finden. Eine weitere Unterscheidung der PBM im positiven Skalierungsbereich der **Dimension 3** betrifft das psychosoziale Verhalten (herausforderndes Verhalten, benötigt emotionale Unterstützung) der PBM des Bewohners **A06B**.

Ein weiterer Vergleich der Bewohner **B04B** und **B03B** bestätigt diese Unterscheidungstendenz. Bewohner **B03B** ist eingeschränkt in seiner Selbstversorgung und ist auffällig in seinem psychosozialen Verhalten (herausforderndes Verhalten, benötigt emotionale Unterstützung). Die Diagnose Alkoholabusus passt zu der Interpretation. Der Bewohner **B04B** ist hingegen in vielen PBM-Selbstversorgungsbereichen noch selbstständig

Die Ergebnisinterpretation der **Dimension 3** als eine Selbstversorgungs-/Selbstständigkeitsdimension wurde von den Pflegenden in der Nachbesprechung bestätigt. Für die Feininterpretation in der Dimension gilt aber zu berücksichtigen, dass sich die **Dimension 3** deutlich schwächer differenziert als die Dimensionen 1 und 2 und die Bewohnerpaarungen sich nicht vollständig „dimensionsbereinigt“ über die **Dimension 3** vergleichen ließen.

PiSaar-Bewohnernmodell 1	A 06B	A 04B
Geburtsdatum	m 1928	m 1925
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis		1
* Nutzung Rufanlage		1
* herausfordern des Verhalten	1	
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung	1	
* Entscheidungen treffen		1
* freiheitsentziehende Maßnahmen		1
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	1
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	1
* ohne Hilfe gehen	1	
* umfängliche Lageveränderung im Bett	1	1
* Transfer aus Bett selbständig		
* Kontraktur/Spastik		1
* selbständige Toilettennutzung		1
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust	1	
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe		
* Obstipation		1
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig	1	1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig		1
* trinken selbständig	1	1
* Dehydratation		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		1
* waschen am Becken mit personeller Hilfe		1
* selbständige Intimhygiene		
* Oberbekleidung alleine anziehen		1
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		
* Nachtruhe		1
* Ärztliche Verordnung	1	1
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1
* andere therapeutische Leistung		
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		
* Pneumonie-Risiko		1
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko		
* Dekubitus		
* Parkinson		1
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems	1	
* Andere Erkrankungen der Harnwege		1
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten(24 h)	93	93
Pflegestufe	2	2
Datum der Datenerfassung	41746	41746
Hilfsmittel	Gehwagen	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Demenz	Parkinson
		Apoplex

	D1	D2	D3
A01B	0.70107909	-0.13521950	0.001168447
A02B	-0.87314282	-0.29097670	-0.105097020
A03B	0.23694654	0.49340073	0.031563072
A04B	0.21121543	0.20344942	-0.470989093
A05B	-0.23536993	-0.43465818	-0.393482042
A06B	-0.15807561	-0.27986404	0.410307655
A07B	0.41501500	0.14316209	0.385665594
A08B	0.50866142	-0.08607593	0.185728102
B01B	0.74665566	0.38933321	-0.168446742
B02B	-0.71458339	-0.52300307	0.157780801
B03B	-0.55204130	0.10532547	0.412199136
B04B	-0.37660959	0.16185771	-0.391118916
B05B	-0.08382633	-0.50239794	-0.084365119
B06B	-0.44350333	0.35066931	0.025257627
B07B	-0.08412447	0.30992026	0.275124350
B08B	0.70170363	0.09507715	-0.271295851

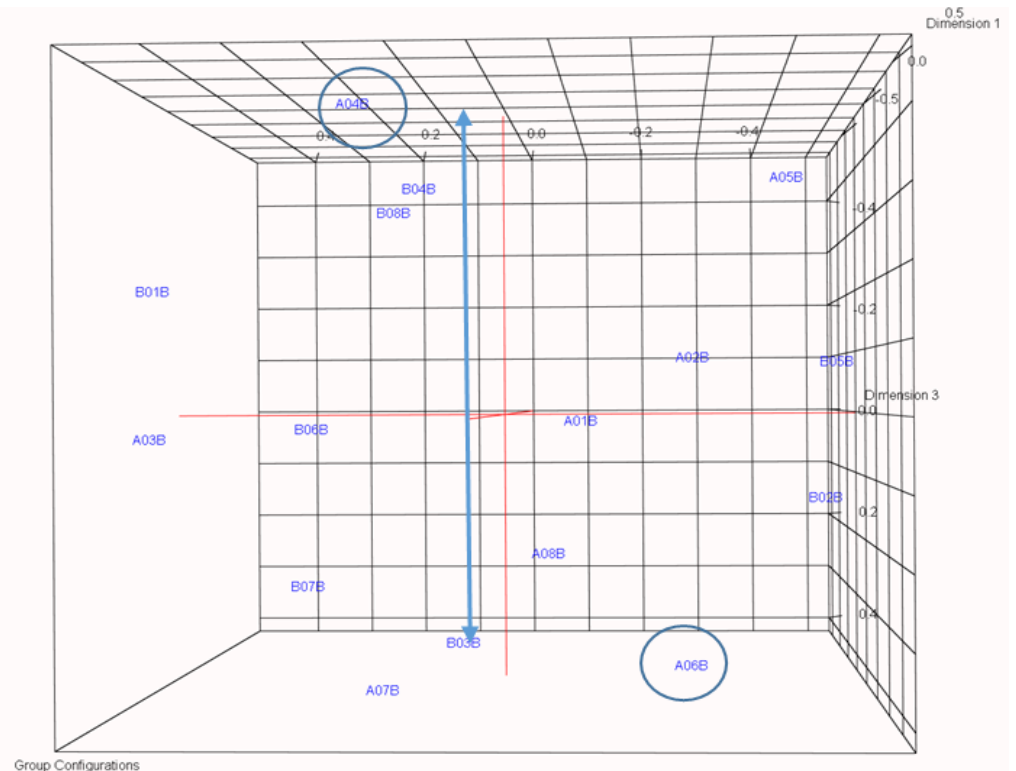


Abbildung 11: Dritte Dimension Merchweiler

Gewichtungsinterpretation nach individuellen Bewertungen (P01B-P05B):

Die **Abbildung 12** zeigt die individuellen Gewichtungen des IndDiff-Modells ($X_k = GW_k$) der Pflegenden für die Dimensionen der Gruppenkonfiguration. Multipliziert man die gemeinsame Konfiguration „ G “, mit der individuellen Gewichtungsmatrix „ W_k “ erhält man die individuelle Konfiguration „ X_k “ der jeweiligen Pflegefachkraft. Es fällt auf, dass die Dimension 3 für alle Pflegekräfte höher als 1 (untergewichtet $< 1 <$ übergewichtet) gewichtet wird und Gleiches gilt mit Ausnahme der Pflegefachkraft **P02B für die Dimension 2**. Die **Dimension 1** wird für alle Pflegekräfte mit Ausnahme der Pflegekraft **P02B** untergewichtet.

Im Evaluationsgespräch stellte sich heraus, dass die Pflegekraft **P02B** in ihren Fragebogenbewertungen die Einschätzung der Mobilität nicht gesondert berücksichtigt hat. Es liegt nahe, dass die systematische Unterbewertung der **Dimension 2** durch die Pflegekraft **P02B** über die Übergewichtung in der ersten und dritten Dimension ihrer individuellen Gewichtungsmatrix an die Gruppenkonfiguration angepasst wurde. Die Folge für die individuellen Gewichtungsmatrizen der anderen Pflegenden ist eine systematische individuelle Übergewichtung der **Dimension 2**, um sich an die gemeinsame Konfiguration anzupassen. Die starken Anpassungen hatten Auswirkungen auf die Gewichtungen der ersten und zweiten Dimension. Die **Dimension 1** enthält durch ihre Komplexität schon Mobilitätsanteile und wurde für die Gesamtmodellrechnung über die individuellen Gewichtungen stärker zugunsten der **Dimension 2** umverteilt.

Gemeinsame Abbildung

\$gspace	D1	D2	D3
A01B	0.70107909	-0.13521950	0.001168447
A02B	-0.87314282	-0.29097670	-0.105097020
A03B	0.23694654	0.49340073	0.031563072
A04B	0.21121543	0.20344942	-0.470989093
A05B	-0.23536993	-0.43465818	-0.393482042
A06B	-0.15807561	-0.27986404	0.410307655
A07B	0.41501500	0.14316209	0.385665594
A08B	0.50866142	-0.08607593	0.185728102
B01B	0.74665566	0.38933321	-0.168446742
B02B	-0.71458339	-0.52300307	0.157780801
B03B	-0.55204130	0.10532547	0.412199136
B04B	-0.37660959	0.16185771	-0.391118916
B05B	-0.08382633	-0.50239794	-0.084365119
B06B	-0.44350333	0.35066931	0.025257627
B07B	-0.08412447	0.30992026	0.275124350
B08B	0.70170363	0.09507715	-0.271295851

Individuelle Bewertungen

P01B (Pflegefachkraft) P02B (Pflegefachkraft) P03B (Pflegefachkraft) P04B (Pflegefachkraft) PDL (Pflegefachkraft)



\$cweights[[1]]	D1	D2	D3
D1	0.7793884	0.000000	0.000000
D2	0.000000	1.307101	0.000000
D3	0.000000	0.000000	1.262433

\$cweights[[2]]	D1	D2	D3
D1	1.095712	0.000000	0.0000
D2	0.000000	0.7663075	0.0000
D3	0.000000	0.000000	1.0821

\$cweights[[3]]	D1	D2	D3
D1	0.8926629	0.000000	0.0000
D2	0.000000	1.171524	0.0000
D3	0.000000	0.000000	1.2031

\$cweights[[4]]	D1	D2	D3
D1	0.9491851	0.000000	0.000000
D2	0.000000	1.036786	0.000000
D3	0.000000	0.000000	1.228059

\$cweights[[5]]	D1	D2	D3
D1	0.9098562	0.000000	0.000000
D2	0.000000	1.221125	0.000000
D3	0.000000	0.000000	1.089143

Abbildung 12: Individuelle Gewichtungen Mercheiler

Erklärung der bewohnerbezogenen Stresswerte:

Das Stress-Decomposition-Chart in **Abbildung 13** gibt die prozentuale Verteilung des „Stresswertes“ für die jeweiligen Bewohner in der Konfiguration an. Hohe prozentuale Stresswerte von einzelnen Bewohnern weisen auf Einschätzungsschwierigkeiten hin, die auf widersprüchliche Bewertungen in den Fragebögen der Pflegenden zurückzuführen sind. Das kann auf Bewohner mit Pflegebedürftigkeitsmerkmalen zutreffen, die vom Pflegepersonal unterschiedlich wahrgenommen werden.

Im Evaluationsgespräch mit den Pflegenden wurde über die Bewohner **B06B und B04B** gesprochen, die zusammen ca. **20 Prozent** des gesamten Modell-Stresses repräsentieren. Beide Bewohner wurden als Einzelgänger beschrieben, die nur bestimmte Pflegekräfte akzeptieren. Zwei Pflegekräfte kannten diese Bewohner nicht von ihrer Pflegearbeit. Zudem wurden beide als „launisch“ mit einem schwankenden Gemütszustand charakterisiert, was dazu beiträgt, dass diese Bewohner vom Pflegepersonal unterschiedlich wahrgenommen werden.

Die Bewohner **B08B und B01B**, die den geringsten prozentualen Anteil an dem Stresswert produziert haben, wurden als „fit“, das Personal anleitend (äußern Meinungen und Wünsche) und zugänglich beschrieben.

PI Saar-Bewohnersmodell 1	B 06B	B 04B
Geburtsdatum	m 1927	m 1936
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis		1
* Nutzung Rufanlage		1
* herausfordern des Verhalten	1	
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung		
* Entscheidungen treffen	1	1
* freizheitsentziehende Maßnahmen		
* Hinfallsendenz		
* Örtlich orientiert	1	1
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	1
* ohne Hilfe gehen	1	
* umfangreiche Lageveränderung im Bett	1	1
* Transfer aus Bett selbständig	1	1
* Kontraktur/Spastik		1
* selbständige Toilettennutzung		
* ungewollter Urinverlust	1	
* ungewollter Stuhlverlust	1	
* Vorlagen	1	
* Diarrhoe		
* Obstipation		1
* Blasendauerkatheter		1
* essen selbständig	1	1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig	1	1
* trinken selbständig	1	1
* Dehydratation		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe		1
* selbständige Intimhygiene		
* Oberbekleidung alleine anziehen		1
* über 3 Stunden Schlaf am Tag	1	1
* Nachtruhe		1
* Ärztliche Verordnung	1	1
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1
* andere therapeutische Leistung		
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		1
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko		1
* Dekubitus		
* Parkinson		
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems		
* Andere Erkrankungen der Harnwege	1	1
* Andere Erkrankungen der Haut	1	
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats		1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten (24 h)	52	122
Pflegestufe	1	2
Datum der Datenerfassung	41746	41746
Hilfsmittel	Gehwagen	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Demenz	Apoplex

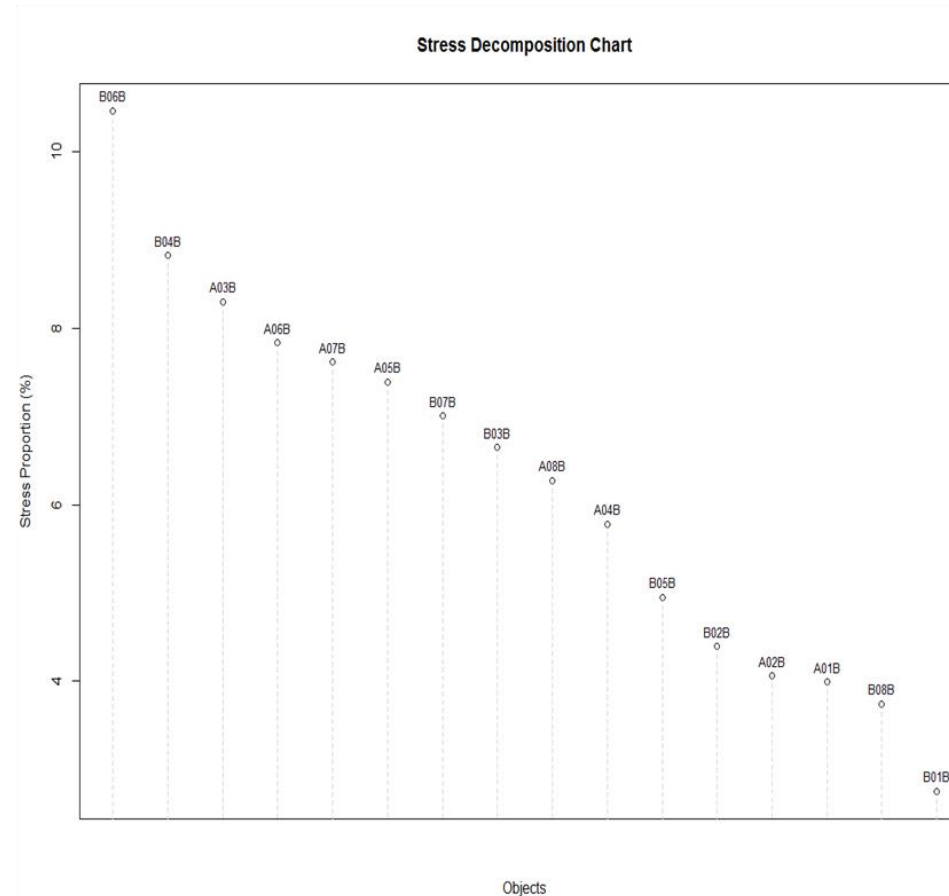


Abbildung 13: Stress Decomposition Chart Merchweiler

5.2 Auswertung Riegelsberg

In der **Abbildung 14** ist die SMACOF-Ausgabe des berechneten MDS-IndDiff-Modells aus Riegelsberg abgebildet: Als Gütekriterium der Konfiguration ist Kruskals STRESS 1-Wert angegeben.

Call:

```
smacofIndDiff(delta = InddiffR, ndim = 3, type = c("ordinal"),  
constraint = c("indscale"), weightmat = NULL, init = NULL,  
ties = "primary", verbose = FALSE, modulus = 1, itmax = 5000,  
eps = 1e-10)
```

```
Model: Three-way SMACOF  
Number of objects: 16  
Stress-1 value: 0.2928115  
Number of iterations: 2199
```

Abbildung 14: Modelloutcome R Merchweiler

Der STRESS 1-Wert für das Riegelsberger Modell beträgt **0,2928**. Damit weist das Riegelsberger Modell eine geringfügig bessere Konfigurationsanpassung auf als das zuvor vorgestellte Merchweiler Modell. Für dieses Modell gelten gleichermaßen die Bedingungen, dass die Güte vor dem Hintergrund der Datenerhebung betrachtet werden muss. Ferner erfolgen in den Ergebnisinterpretationen eine Analyse der individuellen Bewertungsunterschiede der Pflegenden und eine Analyse der bewohnerbezogenen prozentualen Verteilung des STRESS 1-Wertes. Aus dieser Gesamtbetrachtung ist das Riegelsberger Modell sehr gut geworden.

Das Shepard-Diagramm in **Abbildung 15** bildet die Modellanpassung über die Streuungswerte um die monoton steigende Gerade ab.

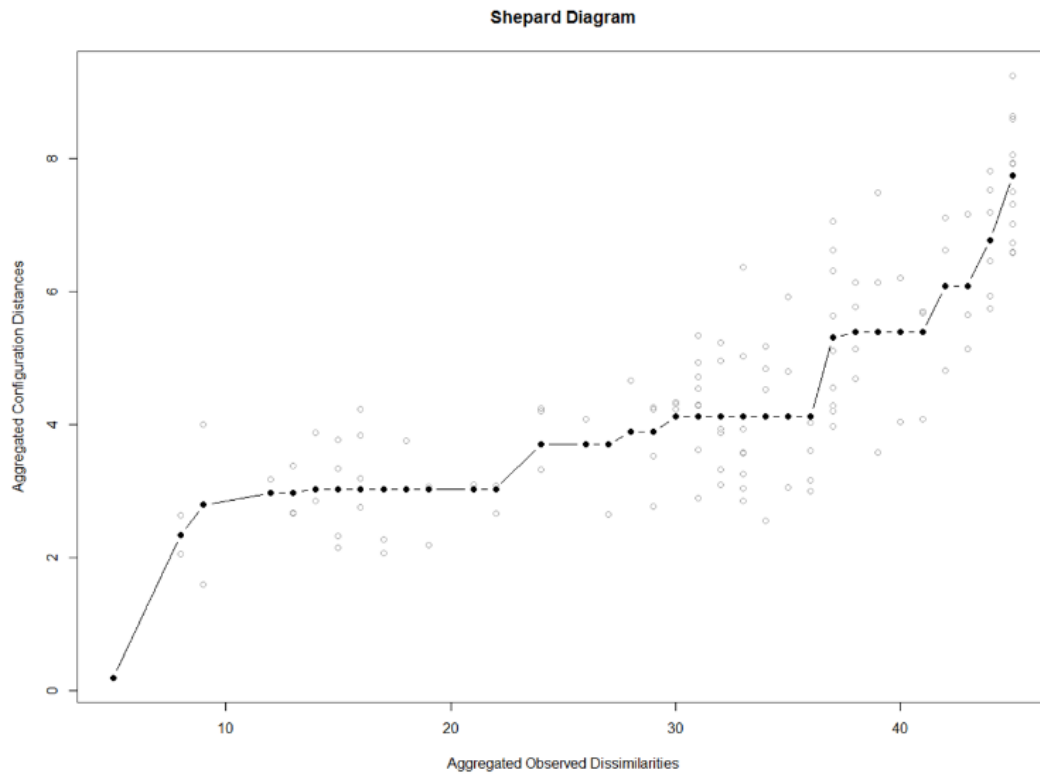


Abbildung 15: Shepard Diagramm Riegelsberg

Interpretation der ersten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohner **A05R** und Bewohnerin **A04R** in der ersten Dimension ist in **Abbildung 16** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **A05R**, die sich über die positive Ausprägung in der **Dimension 1** von den PBM des Bewohners **A04R** unterscheiden.

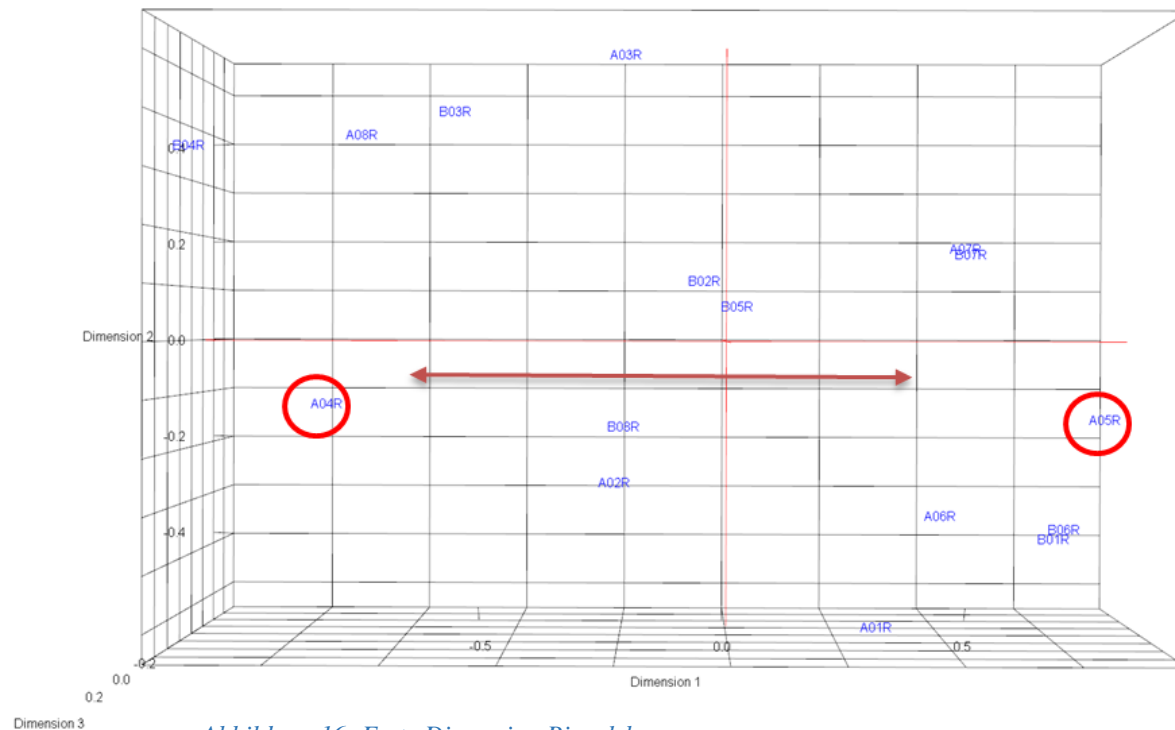
Die Gegenüberstellung der PBM Daten zeigt Unterschiede in der Kognition und der psychosozialen Teilhabe (verbale Kommunikation möglich, verständliche Äußerungen, Handlungsanweisungen, Gedächtnis, Entscheidungen treffen usw.), die sich im positiven Bereich von **Dimension 1** als geistige Fähigkeiten des Bewohners **A05R** abbilden. Bewohnerin **A04R** ist in diesen PBM eingeschränkt. Zudem liegt eine Demenzdiagnose vor, die in das Interpretationsschema passt.

Die Differenzierung über die Kognitionsmerkmale bestätigt sich auch für die Bewohner **B01R und B06R**, die im positiven Bereich der ersten Dimension abgebildet sind und über alle Fähigkeiten der PBM verfügen. Der Bewohner **B04R** ist im negativen Bereich der ersten Dimension und verfügt über keines dieser Merkmale.

Die Rückmeldungen in der Nachbesprechung bestätigten die **Dimension 1** eindeutig als **psychosoziale/kognitive Dimension**.

PI-Saar-Bewohnermodell 1	A05R	A04R
Geburtsdatum	m 1928	w 1938
* verbale Kommunikation möglich	1	
* verständliche Äußerung möglich	1	
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	
* Nutzung Rufanlage	1	
* herausforderndes Verhalten		1
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	
* benötigt emotionale Unterstützung		1
* Entscheidungen treffen	1	
* freiheitsentziehende Maßnahmen		
* Hinlauftendenz	1	1
* Örtlich orientiert	1	
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	1
* ohne Hilfe gehen	1	1
* umfängliche Lageveränderung im Bett	1	1
* Transfer aus Bett selbständig	1	1
* Kontraktur/Spastik	1	
* selbständige Toilettennutzung	1	
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust	1	1
* Vorlagen		1
* Diarrhoe		
* Obstipation		
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig		
* Mundgerechte Zubereitung selbständig		
* trinken selbständig	1	
* Dehydration	1	
* Erbrechen	1	
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe		
* selbständige Intimhygiene		
* Oberbekleidung alleine anziehen		
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		
* Nachtruhe		
* Ärztliche Verordnung	1	
* Begleiten der Arztvisite	1	
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	1
* andere therapeutische Leistung	1	
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko	1	
* Dekubitus		
* Parkinson		
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems	1	
* Andere Erkrankungen der Harnwege		
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	
* Verschlechterter Krankheitszustand		1
Summe Pflegeminuten(24 h)	84	85
Pflegestufe	1	3
Datum der Datenerfassung	19.05.2014	19.05.2014
Hilfsmittel	O2/Rollator	Toilettensstuhl
relevante Krankheitsbilder	Asthma	Demenz

	D1	D2	D3
A01R	0.28352060	-0.53503716	-0.01806836
A02R	-0.21702459	-0.28004878	-0.24769241
A03R	-0.19046820	0.54934116	-0.07729950
A04R	-0.75813320	-0.11794146	-0.05995240
A05R	0.75024251	-0.15258534	-0.21077171
A06R	0.44196903	-0.35351040	-0.34989799
A07R	0.47434382	0.18502799	-0.20448139
A08R	-0.69990098	0.39984561	-0.11484406
B01R	0.55800715	-0.33623445	0.33415928
B02R	-0.03658414	0.12488087	-0.38962190
B03R	-0.47851106	0.40832322	0.30878053
B04R	-0.97735905	0.35763763	0.14515072
B05R	0.01035664	0.06458535	0.38175700
B06R	0.58053607	-0.32191906	0.30933018
B07R	0.44779352	0.16476627	0.07914961
B08R	-0.18878812	-0.15213144	0.11430241



Interpretation der zweiten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohnerin **A03R** und Bewohner **A01R** in der **Dimension 2** ist in **Abbildung 17** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **A03R**, die sich über die positive Ausprägung der **Dimension 2** von den PBM des Bewohners **A01R** unterscheiden.

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten zeigt einen deutlichen Unterschied in den Mobilitätsmerkmalen (ohne Hilfe sitzen bleiben, ohne Hilfe stehen bleiben, ohne Hilfe gehen, umfängliche Lageveränderung im Bett) über die negative Ausprägung der **Dimension 2**. Der Bewohner **A01R** ist mobiler und teilweise selbstständiger in den Selbstversorgungsmerkmalen. Ein vergleichbarer Unterschied in den Mobilitätsmerkmalen zeigte sich bei der Gegenüberstellung der Bewohner **B03R** und **B06R**. Im Evaluationsgespräch wurde festgehalten, dass die **Dimension 2** anteilig auch Selbstständigkeit. Die stärkeren Tendenzen in der **Dimension 2** sind durch die Mobilitätsunterschiede gegeben.

PI Saar-Bewohnermodell 1	A03R	A01R
Geburtsdatum	w 1927	1995
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	1
* Nutzung Rufanlage	1	1
* herausforderndes Verhalten	1	
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung	1	
* Entscheidungen treffen	1	1
* freiheitsentziehende Maßnahmen	1	
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	1
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben		1
* ohne Hilfe stehen bleiben		1
* ohne Hilfe gehen		1
* umfängliche Lageveränderung im Bett		1
* Transfer aus Bett selbständig		1
* Kontraktur/Spastik	1	
* selbständige Toilettennutzung		
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust	1	
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe		
* Obstipation	1	
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig		1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig		
* trinken selbständig	1	1
* Dehydration		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe		1
* selbständige Intimhygiene		
* Oberbekleidung alleine anziehen		1
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		
* Nachtruhe		1
* Ärztliche Verordnung	1	
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	
* andere therapeutische Leistung		
* Wundversorgung groß	1	
* Injektionen		
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation	1	
* Thrombose Risiko		
* Dekubitus		
* Parkinson		1
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems		
* Andere Erkrankungen der Harnwege		
* Andere Erkrankungen der Haut	1	
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats		1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten (24 h)	151	70
Pflegestufe	3	1
Datum der Datenerfassung	19.05.2014	19.05.2014
Hilfsmittel	Rollstuhl	Rollator
relevante Krankheitsbilder	Osteoporose	Parkinson

	D1	D2	D3
A01R	0.28352060	-0.53503716	-0.01806836
A02R	-0.21702459	-0.28004878	-0.24769241
A03R	-0.19046820	0.54934116	-0.07729950
A04R	-0.75813320	-0.11794146	-0.05995240
A05R	0.75024251	-0.15258534	-0.21077171
A06R	0.44196903	-0.35351040	-0.34989799
A07R	0.47434382	0.18502799	-0.20448139
A08R	-0.69990098	0.39984561	-0.11484406
B01R	0.55800715	-0.33623445	0.33415928
B02R	-0.03658414	0.12488087	-0.38962190
B03R	-0.47851106	0.40332322	0.30878053
B04R	-0.97735905	0.35763763	0.14515072
B05R	0.01035664	0.06458535	0.38175700
B06R	0.58053607	-0.32191906	0.30933018
B07R	0.44779352	0.16476627	0.07914961
B08R	-0.18878812	-0.15213144	0.11430241

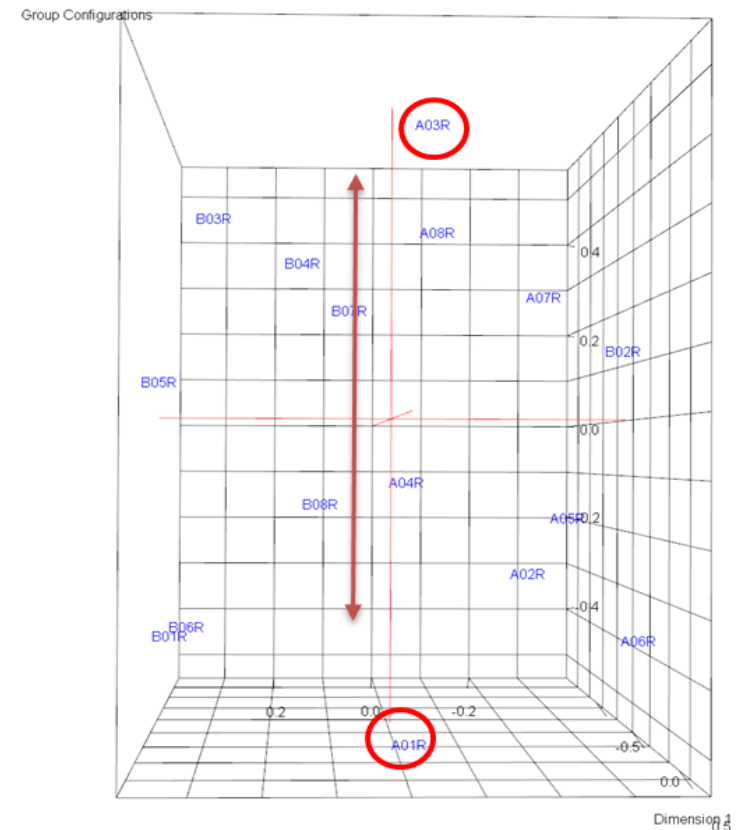


Abbildung 17: Zweite Dimension Riegersberg

Interpretation der dritten Dimension:

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten von Bewohner **B05R** und Bewohnerin **B02R** in der dritten Dimension ist in **Abbildung 18** zu sehen. Die grün hinterlegten Felder in der Tabelle sind die PBM des Bewohners **B05R**, die sich über die positive Ausprägung in der **Dimension 3** von den PBM der Bewohnerin **B02R** unterscheiden.

Die Gegenüberstellung der PBM-Daten zeigt Unterschiede in den Selbstversorgungsmerkmalen (selbstständige Toilettenbenutzung, Oberbekleidung alleine anziehen, Waschen am Becken mit personeller Hilfe), die sich im positiven Ausprägungsbereich der **Dimension 3** als Selbstständigkeitsmerkmale von Bewohner **B05R** finden. Eine weitere Unterscheidung der PBM im positiven Skalierungsbereich der **Dimension 3** betrifft die **Mobilität (Sitzen, Gehen, Lageveränderung)** der PBM der Bewohnerin **B05R**.

Die Ergebnisinterpretation der **Dimension 3** als eine Mischdimension aus **Mobilität/Selbstversorg/Selbstständigkeit** wurde von den Pflegenden in der Nachbesprechung bestätigt. Für die Feininterpretation gilt zu berücksichtigen, dass sich die **Dimension 3** und **Dimension 2** teilweise überschneiden. Tendenziell bildet die **Dimension 2** mehr Mobilitätsaspekte und die **Dimension 3** mehr Selbstversorgungsmerkmale ab.

PI Saar-Bewohnermodell 1	B05R	B02R
Geburtsdatum	m 1936	w 1926
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	1
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	1
* Nutzung Rufanlage	1	1
* herausforderndes Verhalten		
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung		
* Entscheidungen treffen	1	1
* freiheitsentziehende Maßnahmen		1
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	1
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben	1	
* ohne Hilfe gehen	1	
* umfangliche Lageveränderung im Bett	1	
* Transfer aus Bett selbständig	1	
* Kontraktur/Spastik	1	1
* selbständige Toilettennutzung	1	
* ungewollter Urinverlust		1
* ungewollter Stuhlverlust		1
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe		
* Obstipation		1
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig	1	1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig		
* trinken selbständig	1	1
* Dehydration		
* Erbrechen		
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe	1	1
* selbständige Intimhygiene	1	
* Oberbekleidung alleine anziehen	1	
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		1
* Nachtruhe		1
* Ärztliche Verordnung		
* Begleiten der Arztvisite	1	1
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen	1	
* andere therapeutische Leistung	1	1
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydration	1	
* Thrombose Risiko		1
* Dekubitus		
* Parkinson		
* Tracheostoma		
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems		1
* Andere Erkrankungen der Harnwege		
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats	1	
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten (24h)	69	111
Pflegestufe	1	2
Datum der Datenerfassung	08.08.2014	23.04.2014
Hilfsmittel	Rollator	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Apooplexie	Greifzange
		Apooplex
		Hypertonie

	D1	D2	D3
A01R	0.28352060	-0.53503716	-0.01806836
A02R	-0.21702459	-0.28004878	-0.24769241
A03R	-0.19046820	0.54934116	-0.07729950
A04R	-0.75813320	-0.11794146	-0.05995240
A05R	0.75024251	-0.15258534	-0.21077171
A06R	0.44196903	-0.35351040	-0.34989799
A07R	0.47434382	0.18502799	-0.20448139
A08R	-0.69990098	0.39984561	-0.11484406
B01R	0.55800715	-0.33623445	0.33415928
B02R	-0.03658414	0.12488087	-0.38962190
B03R	-0.47851106	0.40332322	0.30878053
B04R	-0.97735905	0.35763763	0.14515072
B05R	0.01035664	0.06458535	0.38175700
B06R	0.58053607	-0.32191906	0.30933018
B07R	0.44779352	0.16476627	0.07914961
B08R	-0.18878812	-0.15213144	0.11430241

Group Configurations

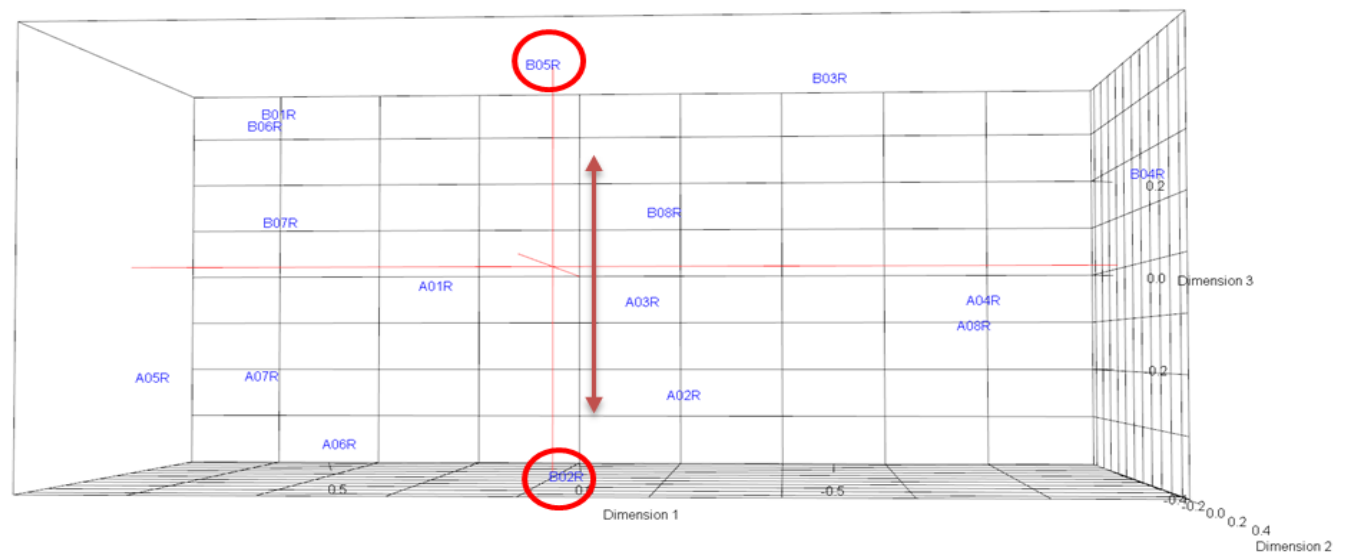


Abbildung 18: Dritte Dimension Riegelsberg

Gewichtungsinterpretation nach individuellen Bewertungen (P01R-P05R):

Die **Abbildung 19** zeigt die individuellen Gewichtungen des IndDiff-Modells ($X_k = GW_k$) der Pflegenden für die Dimensionen der Gruppenkonfiguration. Multipliziert man die gemeinsame Konfiguration „ G “, mit der individuellen Gewichtungsmatrix „ W_k “ erhält man die individuelle Konfiguration „ X_k “ der jeweiligen Pflegefachkraft. Es fällt auf, dass die Pflegefachkraft **P04R** die **Dimension 3** und die **Dimension 1** umgewichtet hat. Das Hauptbeurteilungskriterium lag auf der Selbstversorgung und nicht auf der psychosozialen/kognitiven Beziehung. Die Beurteilungen der übrigen Pflegekräfte **scheinen verhältnismäßig stabil** zu sein, weshalb sich die Umgewichtung von **P04R** nicht auf die Gewichtungen der anderen Pflegenden ausgewirkt hat.

Gemeinsame Abbildung

\$gspace			
	D1	D2	D3
A01R	0.28352060	-0.53503716	-0.01806836
A02R	-0.21702459	-0.28004878	-0.24769241
A03R	-0.19046820	0.54934116	-0.07729950
A04R	-0.75813320	-0.11794146	-0.05995240
A05R	0.75024251	-0.15258534	-0.21077171
A06R	0.44196903	-0.35351040	-0.34989799
A07R	0.47434382	0.18502799	-0.20448139
A08R	-0.69990098	0.39984561	-0.11484406
B01R	0.55800715	-0.33623445	0.33415928
B02R	-0.03658414	0.12488087	-0.38962190
B03R	-0.47851106	0.40332322	0.30878053
B04R	-0.97735905	0.35763763	0.14515072
B05R	0.01035664	0.06458535	0.38175700
B06R	0.58053607	-0.32191906	0.30933018
B07R	0.44779352	0.16476627	0.07914961
B08R	-0.18878812	-0.15213144	0.11430241

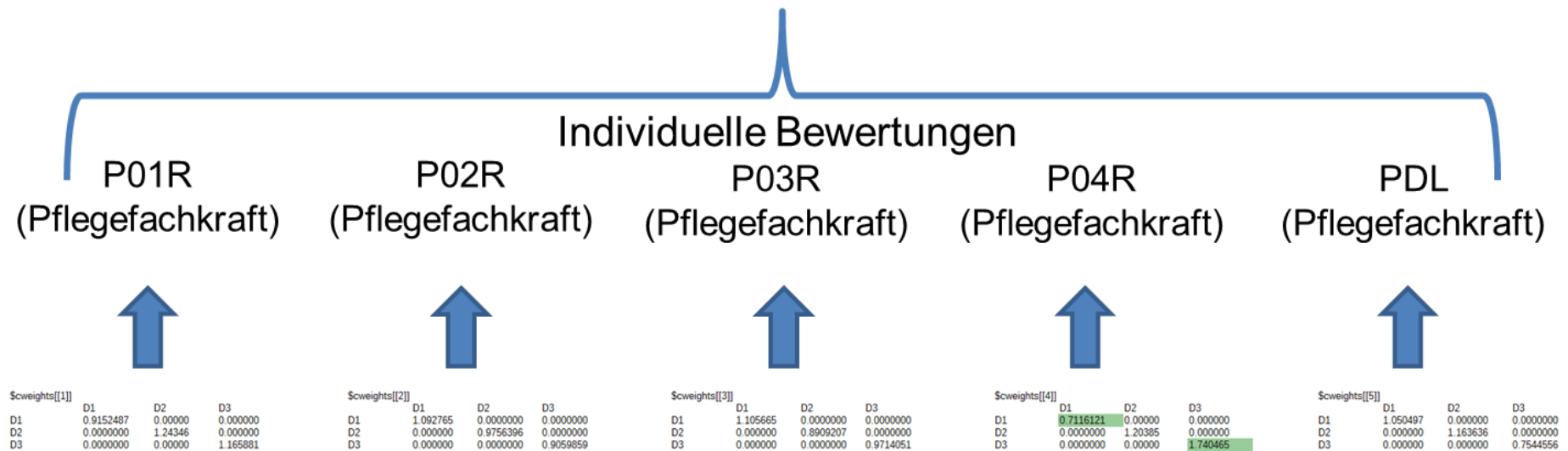


Abbildung 19: Individuelle Gewichtungen Riegelsberg

Erklärung der bewohnerbezogenen Stresswerte:

Das Stress-Decomposition-Chart in **Abbildung 20** gibt die prozentuale Verteilung des „STRESS 1-Wert“ für die jeweiligen Bewohner in der Konfiguration an. Hohe prozentuale Stresswerte von einzelnen Bewohnern weisen auf Einschätzungsschwierigkeiten hin, die auf widersprüchliche Bewertungen in den Fragebögen der Pflegenden zurückzuführen sind. Dabei handelt es sich vermutlich um Bewohner mit Pflegebedürftigkeitsmerkmalen, die unterschiedlich beurteilt wurden.

Im Evaluationsgespräch mit den Pflegenden wurde über die Bewohner **B02R und A02R** gesprochen, die zusammen einen Anteil von ca. **22 Prozent** am Modell-STRESS 1-Wert repräsentieren. Die Bewohnerin **B02R** ist körperlich sehr „agil“, aber psychosozial/kognitiv stark verhaltensauffällig. Die Verhaltensauffälligkeiten unterliegen zudem zeitlichen Schwankungen, wodurch sich Wahrnehmungsunterschiede der/unter den Pflegenden erklären. Die Bewohnerin **A02R** ist im Gegensatz zu Bewohnerin **B02R** geistig absolut „fit“, aber körperlich/motorisch stark eingeschränkt, sodass sie auf Hilfe in allen Selbstversorgungsbereichen angewiesen ist und sich dementsprechend mitteilt.

Die Bewohner **B04R und B01R** weisen den geringsten prozentualen Anteil am STRESS 1-Wert auf. Vergleichbar mit dem Merchweiler Modell handelt es sich hierbei auch um Bewohner, die nahezu keinen Pflegebedarf haben und sich dementsprechend leicht von den anderen Bewohnern abgrenzen lassen.

PfSaar-Bewohnermodell 1	B02R	A02R
Geburtsdatum	w 1926	w 1927
* verbale Kommunikation möglich	1	1
* verständliche Äußerung möglich	1	
* Handlungsanweisungen umsetzen	1	1
* gutes Langzeit-Gedächtnis	1	
* Nutzung Rufanlage	1	
* herausforderndes Verhalten		
* nimmt an Gemeinschaftsleben teil	1	1
* benötigt emotionale Unterstützung		1
* Entscheidungen treffen	1	
* freiheitsentziehende Maßnahmen	1	
* Hinlauftendenz		
* Örtlich orientiert	1	
* Regelmäßige Angehörigenbesuche	1	1
* ohne Hilfe sitzen bleiben	1	1
* ohne Hilfe stehen bleiben		1
* ohne Hilfe gehen		1
* umfangreiche Lageveränderung im Bett		1
* Transfer aus Bett selbständig		1
* Kontraktur/Spastik	1	
* selbständige Toilettennutzung		1
* ungewollter Urinverlust	1	1
* ungewollter Stuhlverlust	1	
* Vorlagen	1	1
* Diarrhoe		
* Obstipation	1	
* Blasendauerkatheter		
* essen selbständig	1	1
* Mundgerechte Zubereitung selbständig		1
* trinken selbständig	1	1
* Dehydratation		
* Erbrechen		1
* hohe Gewichtsabnahme		
* Sondenernährung		
* waschen am Becken mit personeller Hilfe	1	
* selbständige Intimhygiene		1
* Oberbekleidung alleine anziehen		1
* über 3 Stunden Schlaf am Tag		1
* Nachtruhe	1	
* Ärztliche Verordnung		
* Begleiten der Arztvisite	1	
* regelmäßige diagnostische Maßnahmen		
* andere therapeutische Leistung	1	1
* Wundversorgung groß		
* Injektionen		1
* Pneumonie-Risiko		
* Risiko Dehydratation		
* Thrombose Risiko	1	
* Dekubitus		1
* Parkinson		
* Tracheostoma		1
* Ulcus Cruris		
* Andere Erkrankungen des Verdauungssystems	1	
* Andere Erkrankungen der Harnwege		1
* Andere Erkrankungen der Haut		
* andere Erkrankungen des Bewegungsapparats		1
* andere Erkrankungen des Herz/Kreislauf Systems	1	1
* Verschlechterter Krankheitszustand		
Summe Pflegeminuten(24 h)	111	52
Pflegestufe	2	1
Datum der Datenerfassung	23.04.2014	19.05.2014
Hilfsmittel	Rollstuhl	Rollstuhl
relevante Krankheitsbilder	Griffparalyse	Demenz
	ApoPLEX	
	Hypertonie	

Stress Decomposition Chart

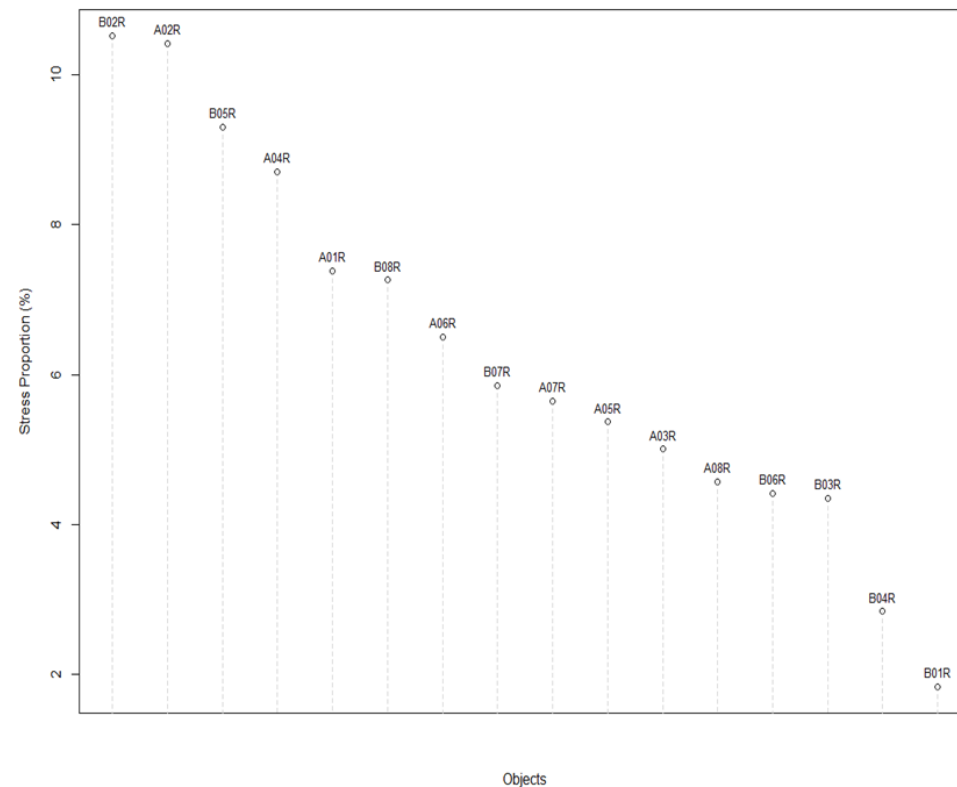


Abbildung 20: Stress Decomposition Chart Riegelsberg

6. Diskussion

Einleitend im **Kapitel 5** wurden die Gründe beschrieben, weshalb die Qualität der Modellkonfigurationen aus Riegelsberg und Merchweiler an den Untersuchungsbedingungen zu beurteilen ist. Hauptsächlich ist das explorative Untersuchungsdesign hervorzuheben, das keine einheitlichen Bewertungsgrundlagen für die Pflegenden vorgegeben hatte. Die Ergebnisse der Fragebogenbewertungen zeigen dennoch starke Wahrnehmungsübereinstimmungen zwischen den Bewertungen der Pflegenden. Allein diese Tatsache spricht schon für ein gutes Modell und den Erfolg der Untersuchung. Weiterhin konnten durch die qualitative Nachbesprechung der individuellen Bewertungen und der bewohnerbezogenen STRESS 1-Werte aufschlussreiche Informationen zur Modellgüte gewonnen werden, weil einige Ursachen und Gründe der gesamten STRESS 1-Wert Entstehung erklärt werden konnten.

Die Ergebnisse deuten auf ein vierdimensionales Pflegebedürftigkeitskonstrukt von **Kognition/psychosozialem Verhalten, Mobilität, Feinmotorik und zeitlichem Verlauf des Gesundheitszustandes** hin. Die Kognition und das psychosoziale Verhalten nehmen demnach eine starke Wahrnehmungsdimension bei den Pflegenden ein. Das liegt sicherlich daran, dass Pflegearbeit von der Beziehung lebt, die durch Einschränkungen der Kognition und des psychosozialen Verhaltens von Pflegebedürftigen unmittelbar eingeschränkt wird oder nur noch bedingt möglich ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich die Ergebnisse auf Langzeitpflegeeinrichtungen beziehen. Es besteht durchaus die Möglichkeit, dass die psychosoziale/kognitive Dimension in Akutpflegeeinrichtungen anders gewichtet werden würde/wird.

Die **Mobilität** konnte nicht eindeutig als unabhängige Dimension identifiziert werden. Den Interpretationen über die PBM-Korrespondenzen ist keine trennscharfe dimensionale Differenzierung zu den Selbstversorgungsmerkmalen möglich. Betrachtet man diese Zusammenhänge, fällt auf, dass sich diese Einschränkungen in den Selbstversorgungsmerkmalen (Bsp. Toilette selbständig nutzen) überwiegend aus den Einschränkungen in der Mobilität ergeben. Es besteht offensichtlich eine hierarchische Verbindung zwischen den MDS-Dimensionen Mobilität und Selbstversorgung, in der die Mobilität eine übergeordnete Position einnimmt. Eine ähnliche Beziehung kann zwischen der **Feinmotorik** und den Selbstversorgungsmerkmalen der Ergebnisdimensionen in den

Untersuchungen interpretiert werden, die vorwiegend Bewohnerunterschiede in den Selbstversorgungsmerkmalen der PBM aufweisen. Die abgebildeten Bewohner litten unter Parkinson, Osteoporose oder Hyperurikämie. Folglich können krankheitsbedingte Einschränkungen in der Feinmotorik (Bsp. Fingerfertigkeit) zu Einschränkungen in bestimmten Selbstversorgungshandlungen (Bsp. Essen selbständig zubereiten) führen. Eine genaue Untersuchung zwischen Einschränkungen in grob- und feinmotorischen Auswirkungen wäre interessant, um nachzuvollziehen, welche motorischen Einschränkungen in alltäglichen Selbstversorgungshandlungen führen und durch welche Merkmale sie unterschieden werden können.

Die Kognition und das psychosoziale Verhalten wirken sich dagegen nicht unmittelbar einschränkend auf die Grob- und Feinmotorik aus. Indirekt werden aber alle alltagsbezogenen Selbstversorgungshandlungen beeinflusst, weil häufig keine entsprechende Sinnbeziehung in den Selbstversorgungsabläufen existiert. In den PBM fällt auf, dass die Selbstversorgungsmerkmale als „reine“ Fähigkeiten abgebildet sind, ohne kognitive/psychosoziale Auswirkungen von Demenz- oder ähnlichen Erkrankungen zu berücksichtigen. Bei Bewohnerin **B02R** mit dem anteilmäßig zweithöchsten STRESS-1-Wert aus dem Riegelsberger Modell ist diese Darstellung in den Selbstversorgungsmerkmalen der PBM auffallend. Die Bewohnerin ist zu allen Selbstversorgungshandlungen physisch fähig, fällt in der Pflege aber dadurch auf, dass sie durch selbstgefährdende Handlungen für zusätzlichen Pflegeaufwand sorgt. Zudem führt dieses Pflegephänomen zu starken Bewertungsunterschieden in der Wahrnehmung der Pflegebedürftigkeit zwischen den Pflegenden.

Die **Zeit** wurde als Verlaufsprognose für die gesundheitliche Stabilität der Bewohner nicht als eigene Dimension in den MDS-Untersuchungen abgebildet, zeichnet sich aber in ihrer Bedeutung in den Stress-Decomposition-Charts beider Modelle deutlich ab. Bei den Bewohnern mit hohen anteilmäßigen STRESS-1-Werten handelte es sich um Bewohner mit zeitlich schwankender gesundheitlicher Stabilität und bei den Bewohnern mit geringen anteilmäßigen STRESS 1-Werten um Bewohner mit stabilem Gesundheitszustand. Die Zeit bildet keine Dimension ab, die mit den anderen physischen/kognitiven Dimensionen der Pflegebedürftigkeit vergleichbar wäre, spielt aber offensichtlich eine bedeutsame Rolle für die Einschätzung der Pflegebedürftigkeit, die sich aus den physischen/kognitiven Dimensionen ergibt.

7. Fazit

In dieser Arbeit wurden Erkenntnisse zu den möglichen Dimensionen der Pflegebedürftigkeit gesammelt, die durch die Gegenüberstellung der Pflegebedürftigen mit ihren verschiedenen Pflegebedarfen in der MDS ersichtlich wurden. Legt man die Dimensionen der Pflegebedürftigkeit in künftigen Untersuchungen fest, ist ein weiterer Schritt zur „feineren“ Ausgestaltung des theoretischen Wahrnehmungsraums der Pflegebedürftigkeit mit MDS-Unfolding-Analysen möglich. Das kann beispielsweise durch externe oder interne Präferenzanalysen erfolgen. Über eine externe Präferenzanalyse lassen sich Objekte im Wahrnehmungsraum abbilden, die dem Forscher, anhand der Objekteigenschaften, ermöglichen durch Vektorrepräsentationen oder Idealpunkte unterschiedliche Präferenztypen zu beschreiben, die idealtypisch mit bestimmten Objekteigenschaften im MDS-Raum korrespondieren (vgl. Hair Jr., Black, Babin, Anderson 2014, S. 500).

Solche Modelle sind in Literaturbeispielen häufig auf wirtschaftswissenschaftliche Themenbereiche angewandt, in denen es beispielsweise um bestimmte Produkte, ihre Eigenschaften und die Kaufpräferenzen bestimmter Zielgruppen geht. Eine Anwendung auf die Pflegebedürftigkeit würde gemäß dieser Logik von bestimmten Typen von Pflegebedürftigen und bestimmten korrespondierenden Pflegebedürftigkeitsmerkmalen/-eigenschaften ausgehen. Das ist vergleichbar mit der vorliegenden Untersuchung, in der die PBM extern erhoben wurden, nur dass solche Pflegebedürftigkeitsmerkmale idealtypisch als alleinstehende Objekte in den Wahrnehmungsraum aufgenommen werden können und in weiteren Schritten systematisch nach Präferenzen/Korrespondenzen in den Raum eingefügt werden. So kann eine quantifizierbare Pflegebedürftigkeitstheorie entstehen, die schrittweise in einem räumlichen MDS-Modell abgebildet wird.

Im wirtschaftswissenschaftlichen Bereich werden derzeit neue Unfolding-Methoden entwickelt, die komplexe räumliche Modellierungen ermöglichen. Stellvertretend für diese Entwicklung sind beispielsweise symbolische MDS zu nennen, die Merkmaleinschätzungen und die entsprechenden Präferenzen über einen leistungsfähigen Hybrid-Algorithmus analysieren (vgl. Zaborski, Pelska 2013, S. 35). Vergleichbare Ansätze werden von Büsing und Heiser mit ihrer Methode zum „Restricted Unfolding“ (Restricted unfolding: Preference analysis with optimal transformations of preferences and attributes.) beschrieben.

Daran anschließend könnte ein komplexes MDS-Modell durch eine konfirmatorische Überprüfung der Raumstrukturen für die Instrumentenentwicklung zugänglich sein. Eine mögliche Vorgehensweise dazu beschreibt Planer in ihrer Arbeit zum Family Sense of Coherence „Die Bedeutung der Facettentheorie für die Theorie und Instrumentenentwicklung in der Pflege“ (2013), indem sie eine konfirmatorische MDS auf die Multifacettierung der Fragebogenitems anwendet und somit die Strukturen der Konstruktvalidität überprüft.

8. Literaturverzeichnis

- Adler, D., & Murdoch, D. (2. July 2014). *Package 'rgl'*. Von <http://cran.at.r-project.org/>: <http://cran.r-project.org/web/packages/rgl/rgl.pdf> abgerufen
- Arens, T., Hettlich, F., Karphfinger, C., U., K., K., L., & H., S. (2012). *Mathematik* . Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag .
- Borg, I., & Groenen, P. J. (2005). *Modern Multidimensional Scaling- Theory and Applications* . New York : Springer-Verlag, Second Edition .
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human-und Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 7. Auflage .
- Brühl, A., & Planer, K. (2013). *PiSaar-Pflegebedarf im Saarland*. Vallendar: Lehrstuhl für Statistik und standardisierte Verfahren der Pflegeforschung.
- Brühl, A., Bensch, S., Franken, G., Grebe, C., & Planer, K. (2012). *Pflegebedürftigkeit messen?* Vallendar: Lehrstuhl für Statistik und standardisierte Verfahren der Pflegeforschung .
- Busing, F., Heiser, W., & Cleaver, G. (21. Januar 2010). Restricted unfolding: Preference analysis with optimal transformations of preferences and attributes. *Advances in Multidimensional Unfolding* , S. 82-92.
- De Leeuw, J., & Mair, P. (Volume 31. August 2009). Multidimensional Scaling Using Majorization: SMACOF in R. *Journal of Statistical Software*, S. 1-30.
- Fuchs, M. u. (2010). *Forschungsethik-Eine Einführung* . Stuttgart, Weimar: J. B. Metzler-Verlag .
- Gigerenzer, G. (No. 2. Vol. 98 1991). From Tools to Theories: A Heuristic of Discovery in Cognitive Psychology. *Psychological Review*, S. 234-267.
- Hair Jr., J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2014). *Multivariate Data Analysis*. United States of America: Pearson Education Limited 2014 .

- Kühn, W. (1976). *Einführung in die multidimensionale Skalierung*. München, Basel: Ernst-Reinhardt-Verlag.
- Mair, P., De Leeuw, J., Borg, I., & Groenen, P. (13. July 2014). *Package 'smacof'*. Von <http://cran.at.r-project.org/>: <http://cran.r-project.org/web/packages/smacof/smacof.pdf> abgerufen
- Oksanen, J. (8. February 2013). Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. *R Statistik Tutorials*, S. 1-39.
- Planer, K. (2013). *Die Bedeutung der Facettentheorie für die Theorie- und Instrumentenentwicklung in der Pflege*. Vallendar : Inaugural-Dissertation .
- Rosenberg, S., Nelson, C., & Vivekananthan, P. S. (Vol. 9(4). August 1968). A Multidimensional Approach To The Structure Of Personality. *Journal of Personality and Social Psychology*, S. 283-294.
- Schnell, M. W., & Heinritz, C. (2006). *Forschungsethik-Ein Grundlagen- und Arbeitsbuch für die Gesundheits- und Pflegewissenschaft*. Bern: Hans Huber-Verlag .
- Zaborski, A., & Pelka, M. (3(41) 2013). Unfolding Analysis Adaption For Symbolic Data-Hybrid and Symbolic-Numeric Approach . *EKONOMETRIA*, S. 32-39.

Anhang

Anhang 1: Projektauftrag84-86

Anhang 2: Informierte Einwilligung zu Forschungsteilnahme87-89

Anhang 3: Erhebungsbogen90-102



Univ.-Prof. Dr. Albert Brühl

Lehrstuhl für Statistik und standardisierte

Methoden der Pflegeforschung

Pflegewissenschaftliche Fakultät

Tel.: 0261/64 02 503

Dimensionen der Pflegebedürftigkeit

**Eine empirische Untersuchung der Wahrnehmung von Pflegebedürftigkeit aus der Sicht
von professionell Pflegenden**

Projektart

Qualifikationsarbeit

Auftraggeber

Prof. Dr. Albert Brühl:

Qualifikationsarbeit zum Master of Science am Lehrstuhl für Statistik der Philosophisch-Theologischen Hochschule Vallendar

Kooperationspartner:

Pflegedirektorin: Ulrike Kohler

AWO - Seniorenresidenz St. Josef

Pflegedirektor: Torsten Schmittberger

AWO Seniorenresidenz gGmbH Saarlouis

Pflegedienstleitung: Irina Braun

Arbeiterwohlfahrt Ortsverband Merchweiler und Seniorenresidenz "St. Barbara"

Projektbetreuung

Prof. Dr. Albert Brühl

Durchführung

Johannes Bergmann (Bachelor of Arts in Pflege und Gesundheitsförderung)

Laufzeit

7/2014 - 10/2014

Hintergrund und Ziele

Die Untersuchung prüft die Dimensionen des PiSaar-Bewohnermodells. Das PiSaar-Bewohnermodell besteht aus Bewohnermerkmalen, beziehungsweise aus Kombinationen solcher Variablen, die den Zeitbedarf der Pflegeaufwendungen einrichtungsübergreifend erklären.

In dieser Untersuchung sollen zwei ausgewählte Einrichtungen aus der PiSaar Studie analysiert werden.

Die Perspektive richtet sich hierzu auf die Einschätzungen der BewohnerInnen durch die professionell Pflegenden. Zu diesem Zweck schätzen die Pflegenden die Pflegebedürftigkeit der Bewohner relational zu anderen Bewohnern ein. Abschließend können die Bewohnermerkmale des PiSaar-Bewohnermodells als Referenzdaten mit den Einschätzungen der Pflegenden verglichen werden. Daraus lässt sich ermitteln, inwiefern die subjektiven Wahrnehmungen der Pflegebedürftigkeit von Pflegenden Parallelen zu den zeiterklärenden Bewohnermerkmalen aufweisen.

Möglicherweise können hierdurch Dimensionen der Pflegebedürftigkeit ersichtlich werden, die nicht durch die Praxisabbildung des Pflegezeitaufwands der PiSaar-Bewohnermerkmale abgebildet wurden.

Methode

Die Einschätzung der Pflegebedürftigkeit durch die professionell Pflegenden erfolgt zu ausgewählten Bewohnern über eine explorative nicht metrische multidimensionale Skalierung.

Diese Methode ermittelt eine räumliche Konfiguration der Pflegebedürftigkeit, die den Wahrnehmungen der fachlich Pflegenden entspricht. Die Einschätzung der Pflegebedürftigkeit wird über Paarvergleiche aller teilnehmenden BewohnerInnen zueinander über eine Ratingskala (sehr ähnlich 1 bis 9 sehr unähnlich) bestimmt. Die Pflegenden beurteilen die Ähnlichkeit/Unähnlichkeit der BewohnerInnen im direkten Vergleich. Eine Einschätzung der Ratingwerte ist ohne einen direkten Bezug zu Bewertungseigenschaften oder vorgegebenen Bewertungskriterien durchführbar. Die Bewertung wird nach eigenem Ermessen getroffen. Darin begründet sich die explorative Vorgehensweise der Methode. Das

bietet den Vorteil, dass die Pflegenden durch ihre Bewertungen eine multidimensionale Skalierung definieren können, die ihre Vorstellungen von Pflegebedürftigkeit abbildet und nicht durch den Ist-Zustand ihrer Arbeitspraxis oder den allgemeinen Bedingungen der Versorgungsstrukturen beschränkt wird.

Folglich können Dimensionen der Pflegebedürftigkeit aufgedeckt werden, die pflegerelevant sind und über die gegenwärtigen Bewohnermerkmale unzureichend oder nicht vollständig abgebildet werden. Diese Erkenntnisse könnten der weiteren Verbesserung des PiSaar-Bewohnermodells dienen.

Durchführung

Die Datenerhebung erfolgt auf zwei unabhängigen Stationen mit 12-15 BewohnerInnen und vier bis sechs zugehörigen Vollzeitpflegekräften. Der Ablauf der Datenerhebung kann durch einzelne Befragungen durchgeführt werden und erfordert schätzungsweise dreißig Minuten pro Pflegekraft. Die Reihenfolge der Befragung hat keine Relevanz für die Datenerhebung und kann dem Arbeitsablauf auf den Stationen entsprechend angepasst werden. Die Pflegenden müssen die Möglichkeit haben, während der Beurteilung die Pflegedokumentationen einzusehen.

Die Auswahl der Bewohner wird im Vorfeld durch den Durchführungsverantwortlichen festgelegt und erfolgt unter der Berücksichtigung der PiSaar-Bewohnermerkmale, um eine abwechslungsreiche Bewohnervariation als Bewertungsgrundlage zu gewährleisten. Dadurch ist eine Konfiguration der Skalierung möglich, die vielfältige Referenzen zu den Bewohnermerkmalen des PiSaar-Bewohnermodells bietet.



Univ.-Prof. Dr. Albert Brühl

Lehrstuhl für Statistik und standardisierte

Methoden der Pflegeforschung

Pflegewissenschaftliche Fakultät

Tel.: 0261/64 02 503

Einverständniserklärung zu der Forschungsteilnahme an der Studie:

- Dimensionen der Pflegebedürftigkeit -

Eine empirische Untersuchung der Wahrnehmung von Pflegebedürftigkeit aus der Sicht von professionell Pflegenden

Mit Unterzeichnung dieses Schriftstücks stimme ich der Befragung durch einen Studenten, welcher an der Philosophisch-Theologischen Hochschule Vallendar studiert, zu. Mir ist bewusst, dass ich Teil einer Forschungsstudie sein werde, bei der es um die Analyse des Pflegebedarfs geht. Ich wurde über die Ziele und Absichten dieser empirischen Arbeit aufgeklärt. Diese Studie soll feststellen, ob die eingeschätzte Pflegebedürftigkeit durch die fachlich Pflegenden Parallelen zu den zeitlichen Aufwandsanalysen der Pflegebedürftigkeit des PiSaar-Bewohnermodells aufweist. Daraus

sollen Erkenntnisse gezogen werden, die das PiSaar - Bewohnermodell verbessern können.

Mir ist bewusst, dass man mich zu einer passenden Zeit, die frühzeitig bekannt gegeben wird zu einer Bewertung der Pflegebedürftigkeit bezüglich meiner Arbeit mit den ausgewählten Bewohnern befragt wird. Die Befragung wird etwa 30 Minuten dauern. Mir ist auch bewusst, dass die befragende Person unter Umständen nochmals Kontakt zu mir aufnimmt, um weitere Informationen und Formalitäten zu klären.

Mir wurde gesagt, dass die Antworten an niemanden weitergegeben werden und die entstandenen Datensätze anonymisiert werden, sodass keine Identifizierung meiner Person nicht möglich ist. Diese Studie wird helfen, die Bemessung des Pflegebedarfs von Patienten, zu verbessern. Ich werde allerdings keine unmittelbaren Vorteile oder Nachteile aus der Teilnahme an dieser Studie haben. Mir ist bewusst, dass mir auf Anfrage die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit ausgehändigt werden. Sollte ich weiterhin Fragen zu der Studienteilnahme haben, kann ich den Projektverantwortlichen jederzeit anrufen. Herr Bergmann ist deshalb telefonisch unter der Telefonnummer xxxxxx zu erreichen.

Datum: _____ **Unterschrift der Teilnehmerin:** _____

Unterschrift der befragenden Person: _____



Univ.-Prof. Dr. Albert Brühl

Lehrstuhl für Statistik und standardisierte

Methoden der Pflegeforschung

Pflegewissenschaftliche Fakultät

Tel.: 0261/64 02 503

Einverständniserklärung zur Datenerhebung und Datenweitergabe

Ich erkläre durch meine eigenhändige Unterschrift mein Einverständnis zur Erhebung, Verarbeitung und Weitergabe folgender Daten:

Ich stimme einer Einschätzung meiner Pflegebedürftigkeit durch mein betreuendes Pflegefachpersonal zu. Dazu können alle Daten meiner Pflegedokumentationen verwendet werden.

Die Einschätzung erfolgt durch ein Punktevergabeverfahren, vergleichbar dem einer Benotung, sodass keine personenbezogenen Daten meiner Pflegebedürftigkeit für die weitere Verarbeitung verwendet werden. Das bedeutet, es werden ausschließlich Angaben zu ihrer Pflegebedürftigkeit analysiert, die nicht mit den Angaben ihres Namens oder ihres genauen Geburtsdatums in Verbindung gebracht werden können. Sollte ich weiterhin Fragen zu dieser Studienteilnahme haben, kann ich den Studienverantwortlichen jederzeit anrufen. Herr Bergmann ist deshalb telefonisch unter der Telefonnummer xxxxxx zu erreichen.

Ort, Datum: _____, _____

Unterschrift (Vorname, Nachname) : _____



FRAGEBOGEN

-Wohnbereich 01-

Bei den folgenden Fragen geht es darum, wie Sie die Pflegebedürftigkeit der gegenübergestellten Paare im Vergleich zueinander einschätzen. Orientieren Sie sich bei der Beantwortung der Fragen an den vorgegebenen, einander entgegengesetzten Positionen 1 bis 9 und nehmen Sie die Einschätzung Ihrer Pflegebedürftigkeit in Bezug auf diesen Rahmen vor.

1 ☐ **2** ☐ **3** ☐ **4** ☐ **5** ☐ **6** ☐ **7** ☐ **8** ☐ **9** ☐

Die **1** bedeutet „sehr ähnlich“ und die **9** „sehr unähnlich“ in ihrer Pflegebedürftigkeit zueinander. Für die Mittelkategorie **5** gilt, dass die Bewertung der Paarung gleichermaßen unähnliche als auch ähnliche Anteile der Pflegebedürftigkeit aufweist. Kreuzen Sie die Kästchen so an, dass die Bewertung bestmöglich mit Ihrer Einschätzung übereinstimmt. Kreuzen Sie für jede Paarung genau ein Kästchen an.

Paarung 1

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A02**

Paarung 2

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A03**

Paarung 3

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A04**

Paarung 4

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A05**

Paarung 5

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A06**

Paarung 6

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Paarung 7

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 8

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 9

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 10

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 11

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 12

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 13

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 14

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 15

A01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 16

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A03**

Paarung 17

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A04**

Paarung 18

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A05**

Paarung 19

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A06**

Paarung 20

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Bitte überprüfen Sie noch einmal Ihre Antworten, bevor Sie weiterblättern!

Paarung 21

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 22

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 23

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 24

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 25

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 26

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 27

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 28

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 29

A02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 30

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A04**

Paarung 31

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A05**

Paarung 32

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A06**

Paarung 33

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Paarung 34

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 35

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 36

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 37

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 38

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 39

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 40

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 41

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 42

A03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 43

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A05**

Paarung 44

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A06**

Paarung 45

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Paarung 46

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 47

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 48

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 49

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 50

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 51

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 52

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 53

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 54

A04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 55

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A06**

Paarung 56

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Paarung 57

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 58

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 59

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 60

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 61

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 62

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 63

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 64

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 65

A05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 66

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A07**

Paarung 67

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 68

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 69

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 70

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 71

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 72

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 73

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 74

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 75

A06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 76

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **A08**

Paarung 77

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 78

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 79

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 80

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 81

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 82

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 83

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 84

A07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 85

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B01**

Paarung 86

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 87

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 88

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 89

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 90

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Bitte überprüfen Sie noch einmal Ihre Antworten, bevor Sie weiterblättern!

Paarung 91

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 92

A08 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 93

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B02**

Paarung 94

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 95

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 96

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 97

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 98

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 99

B01 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 100

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B03**

Paarung 101

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 102

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 103

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 104

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 105

B02 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 106

B03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B04**

Paarung 107

B03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 108

B03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 109

B03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 110

B03 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Bitte überprüfen Sie noch einmal Ihre Antworten, bevor Sie weiterblättern!

Paarung 111

B04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B05**

Paarung 112

B04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 113

B04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 114

B04 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 115

B05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B06**

Paarung 116

B05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 117

B05 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 118

B06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B07**

Paarung 119

B06 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Paarung 120

B07 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ 6□ 7□ 8□ 9□ **B08**

Bitte überprüfen Sie noch einmal Ihre Antworten, bevor Sie weiterblättern!